

الموسوعة المصورة في

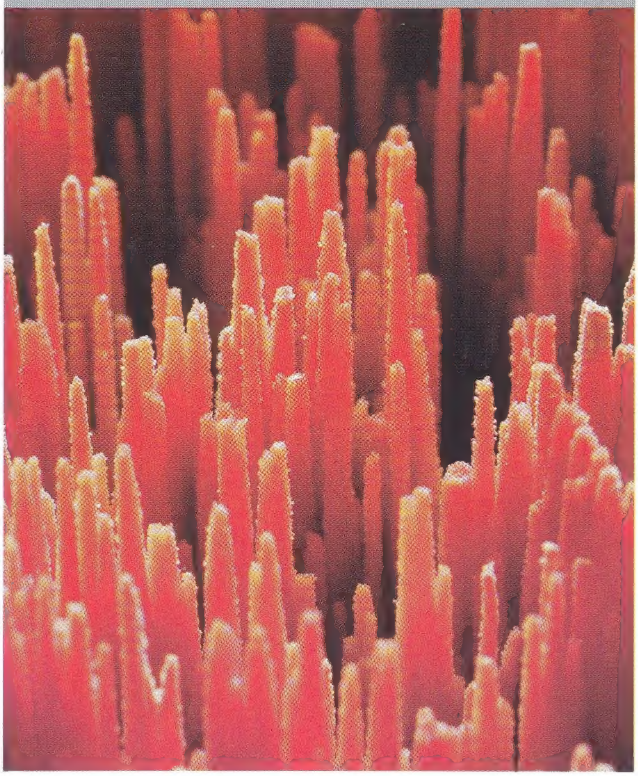
العلوم والتكنولوجيا

تقنية الصغائر

(النانو)

NANOTECHNOLOGY

الموسوعة المصورة في
العلوم والتكنولوجيا
PICTORIAL SCIENCE INFOPEDIA



تقنيّة الصّغائر

(النّانو)

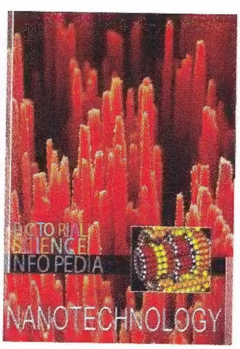
DAR EL RATEB
دار الراتب الجامعية

Dar El Rateb دار الراتب الجامعية
مقابل جامعة بيروت العربية ـ بناية اسكندراني (3)
الطابق الثاني ـ بيروت ـ لبنان
تلفون: 00961 1 853 993
00961 1 853 895
www.dar-elrateb.com

Original Title:
Pictorial Science Infopedia
NANOTECHNOLOGY

الطبعة العربية: **تقنية الصغائر (النانو)**
الطبعة الأولى First Edition: 2015

تعريب: طارق مراد
الإخراج الفني: SAMO PRESS GROUP
مجلـد: ISBN 978-9953-30-703-9
الطبعة الأولى: 2015





المحتويات

ما هي تقنيَّة الصَّغائر (النّانو)



عملية التّشكيل النّانوية

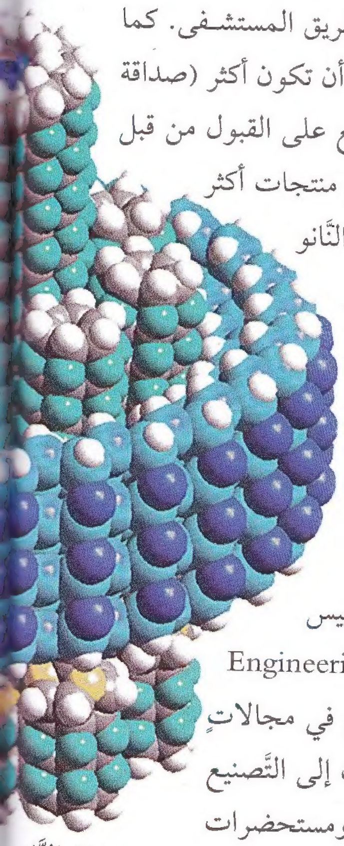
تكنولوجيـا الصَّغائر (النّانو) هي تقنية صنع الأشـياء الجديـدة بمقاييـس هائلـة الصِّغـر بشـكلٍ لا يُصدّق. إنّها تُوفِّر وسـائل لصُنع أشياء وأجهزة أصغر وأرخص وأخفّ وزناً وأكثر سـرعةً، ويمكنها أن تقوم بمهامٍ أكثر ذكاءً، وتسـتخدم مواد خام أقلّ، وتسـتهلك طاقـةً أقـلّ. وهناك العديد مـن الأمثلة على تطبيق تكنولوجيا النّانو من الأشياء البسيطة إلى المعقَّدة. على سبيل المثال، هناك أغلفة النّانو التي يُمكنها صدّ الأوساخ وتقليل الحاجة إلـى مـوادٍ التَّنظيف الضَّارَّة، أو منع انتشـار العدوى التي تنتقل عن طريق المستشـفى. كما بمقدور هذه التَّقنيَّة زرع جيلٍ جديدٍ من الأعضاء يُمكنها أن تكون أكثر (صداقة للجسم)، لأنَّ فيها تضاريس نانومتريَّة الحجم تُشَجِّع على القبول من قبل الخلايـا في الأماكن القريبة منها. وبالانتقال إلى منتجات أكثر تعقيداً، هنالك مثالٌ جيِّدٌ لتطبيق تكنولوجيا النَّانو وهـو الهاتـف المحمول، والـذي تغيَّر بشكلٍ كبيرٍ في غضون سنواتٍ قليلةٍ ليصبـح أصغـر وأصغـر، فـي حين ازداد ذكاءً وسـرعةً وصـار أرخص ثمناً.



هل تعلم؟

- أن الفوليرين (وهي جزيئات تتكوَّن بالكامل من ذرَّات الكربون وتكون على شكل كُرَةٍ مُجَوَّفَةٍ وتُسَمَّى أحياناً كرات بوكي Bucky Balls) هي واحدة من أصغر الأشياء التي صنعها الإنسان في بدايات تطبيق تقنيّة النَّانو؟
- وأنَّ مُعدَّل حجم خليّة البكتيريا يبلغ حوالي 1000 نانومتر؟ وأنَّ قطر شعرة الإنسان يبلغ حوالى 80,000 نانومتر؟

وبعبـارات بسـيطةٍ، يُمكـن تعريـف تكنولوجيا النَّانو بأنَّها «الهندسة في مقاييس صغيـرة للغايـة Engineering at a Very Small Scale»، ويُمكن تطبيق هذا المصطلح في مجالاتٍ عديدةٍ من البحث والتَّطوير، من الطِّبِّ إلى التَّصنيع إلى الحوسبة، وحتى في المنسوجات ومستحضرات



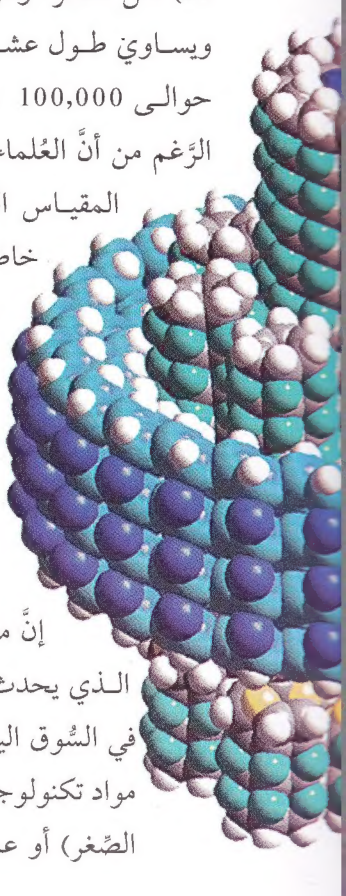
تقنيَّة النَّانو

التَّجميل. وقد يكون من الصَّعب أن نتخيَّل بالضَّبط كيف أنَّ فهمنا الكبير لعالم الذَّرَّات والجُزيئات قد أثَّر وسوف يؤثر في المستقبل على أشياء من حياتنا اليوميَّة التي نعيشها من حولنا، ولكن في بعض هذه المجالات حيث طبّقت التّكنولوجيا النَّانويَّة حدث فرقٌ وتطوُّرٌ كبيرين.



أصل تقنيَّة النَّانو Origin of Nanotechnology

اشتُقَّت كلمة تكنولوجيا النّانو من الكلمة اليونانيَّة التي تعني «قزم». والنَّانومتر هو واحدٌ من المليار (9-10) من المتر، وهو مقياسٌ هائل الصِّغر، ويساوي طول عشر ذرَّات هيدروجين، أو حوالي 100,000 مرَّة عرض شعرة! على الرَّغم من أنَّ العُلماء حاولوا معالجة مسألة المقياس النَّانويّ لعدَّة قرونٍ، خاصَّةً في علم الفيزياء وعلم الكيمياء، إلَّا أنَّه لم يُصبح واقعيّاً حتى تمَّ اختراع جيلٍ جديدٍ من المجاهر في ثمانينات القرن الماضي في شركة IBM في سويسرا، فبات عالم الذَّرَّات والجزيئات يُمكن تصوره وإدارته. ولقد أصبحت منتجات تكنولوجيا النَّانو الثَّورية والمواد والتَّطبيقات حقيقةً، مثل الرُّوبوتات النانوية Nanorobotics، ولها في السَّنوات القادمة مستقبلٌ واعدٌ.



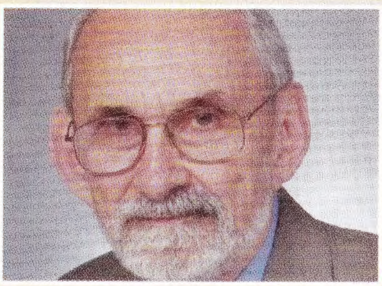
إنَّ ما يوصف بأنَّه «تكنولوجيا النَّانو» اليوم هو البحوث الأساسيَّة والتَّطوير الذي يحدث في المختبرات في جميع أنحاء العالم. ومنتجات (تقنية النَّانو) التي في السُّوق اليوم هي في معظمها منتجاتٌ تحسَّنت تدريجيَّاً، حيث أنَّ بعض أشكال مواد تكنولوجيا النَّانو (مثل أنابيب الكربون النَّانويَّة، والهياكل النَّانويَّة بمركّبٍ متناهي الصِّغر) أو عمليَّات تكنولوجيا النَّانو (على سبيل المثال الرَّسم أو التَّشكيل النَّانوي

تَعَرَّف إلى

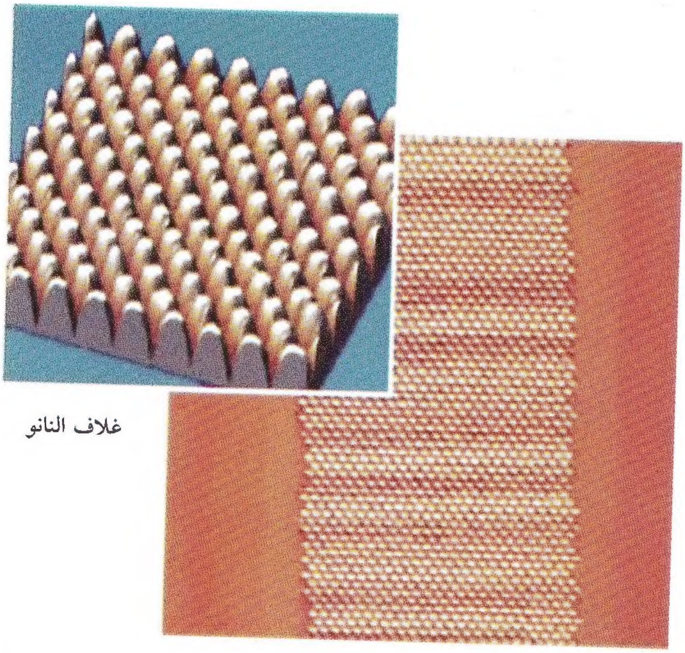
روبرت كيرل

Robert F. Curl

عُرِفَ روبرت فلويد كيرل جيداً باكتشافه للفوليرين. كما نال روبرت كيرل جائزة نوبل في الكيمياء عام 1996. وكُرِّمَ روبرت كيرل كثيراً بفضل أبحاثه الرّائدة في تطوير تقنيَّة النَّانو، وهي واحدةٌ من أهمِّ التَّقنيَّات النَّاشئة في القرن الحادي والعشرين.



Nanopatterning أو التَّنقيط الكمِّيّ للتَّصوير الطِّبِّي) وتستخدم في عمليَّة التَّصنيع. وهنالك عددٌ من الشَّركات التي تقوم بتصنيع «منتجات نانوية Nanoproducts» سوف تبقى في سعيها المستمرّ لتحسين المنتجات الحاليّة من خلال خلق مكوّنات أصغر ومواد ذات أداءٍ أفضل، وكلُّ ذلك بتكاليف أقل وبشكلٍ سريعٍ جداً، وهذه الشَّركات تُشكِّل الغالبيَّة من جميع الشَّركات في العديد من الصِّناعات. ولذلك ينبغي أن ينظر إلى تكنولوجيا النَّانو التَّطوُّريَّة بوصفها عمليَّةً من شأنها أن تُؤَثِّر على مُعظم الشَّركات والصِّناعات.


غلاف النانو

في مجال تكنولوجيا النَّانو النَّاشئة، يقوم العلماء والمهندسون اليوم بالسَّيطرة على الذَّرَّات والجزيئات ومعالجتها واستخدامها بدرجةٍ غير عادية من الدِّقَّة. وإن مصطلح تكنولوجيا النَّانو الواعدة ينتشر بسرعة، والوكالات الإعلاميَّة مليئةٌ بالأخبار عن اختراعات التِّكنولوجيا النَّانويَّة.

وتستثمر الحكومات والشَّركات مليارات الدُّولارات في تكنولوجيا النَّانو، وقد بدأت التَّحالفات السِّياسيَّة وخطوط المعركة بالتَّشكُّل. وإن الإدراك العام عن أهمِّيَة تكنولوجيا النَّانو آخذٌ بالازدياد، ويرجع ذلك جزئيّاً إلى أنَّ المراجع الثَّقافيَّة أصبحت أكثر شيوعاً وشعبيَّةً إضافةً إلى ما يتمُّ ذكره يوميّاً في الأفلام والكتب وألعاب الفيديو والتِّلفاز. لكن يبقى هناك قدرٌ كبيرٌ من البلبلة حول ماهيَّة تكنولوجيا النَّانو، سواء بين النَّاس العاديين الذين ستتغيَّر حياتهم بفضل هذا



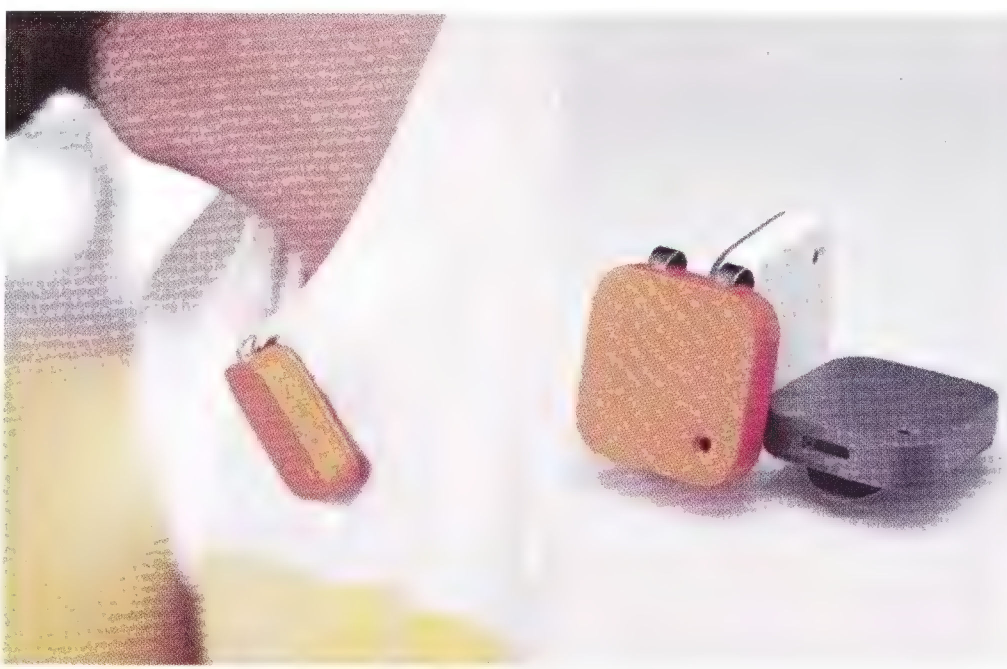
هل تعلم؟

- أنّ نانو تعني «الملياري»، لذلك فإن مقياس النّانو هو 1000 مرّة أصغر من المقياس المجهريّ ومليار مرّة أصغر من المتر ذلك المقياس العالمي الذي نستخدمه يومياً؟

العِلـم الجديـد، وبيـن صنَّـاع القـرار الذين، عن قصـد أو غير قصد، سـوف يسـاعدون في توجيه مسـارها. وإنَّ الكثير من الارتباك يأتي من اسـم «تكنولوجيا النَّانو»، والتي يتمُّ تطبيقها على حقلين مختلفين لهما صلةٌ بالأبحاث المتميِّزة، واحدٌ منهم قدرةٌ على تحسين عالم اليوم، والآخر ذو قدرةٍ على إعادة تشكيله تماماً أو حتى تدميره.

من المايكرو إلى النَّانو From Micro to Nano

تكنولوجيا النانو، في إحدى أوجهها، هي اسـتمرارٌ طبيعيٌّ لثورة التَّصغير التي شـهدناها على مدى العقـود الماضيـة، حيث أصبح جزء المليون مـن المتر ($M10^{-6}$) في هندسـة الصَّغائر المايكرويَّة شائعاً، فعلى سبيل المثال في صناعات السَّيَّارات والطَّيران تُمكِّننا من بناء مركبات وطائرات أعلى جودة وأكثر أماناً، وهذا بفضل صناعة الكمبيوتر التي لا تزال تدفع نحو حدود التَّصغير، والعديد مـن الأجهـزة الإلكترونيَّـة التي نراها اليوم لهـا ميِّزاتٌ نانويَّـة وتطوَّرت بفضل صناعـة الكمبيوتر، مثل الكاميرات، ومُشَـغِّلات الأقراص المدمجة CD وDVD، والوسادات الهوائيَّة للسَّيارات Air Bag، وأجهزة استشعار الضَّغط، والطّابعات النَّافثة للحبر Inkjet وغيرها.



تكنولوجيا النَّانو في الكاميرات

ما هو مقياس النَّانو؟ What is the Nanoscale

علـى الرَّغم مـن أنَّ المتر تـمَّ تعريفه من قِبل منظَّمـة المعايير الدُّوليَّة على أنَّه «طول المسافة التي يقطعها الضَّوء فـي الفراغ خـلال فترةٍ زمنيَّةٍ تسـاوي 299 792 458 / 1 جـزءاً مـن الثَّانيـة» والنانومتـر هـو 10^{-9} مـن المتر، فإنَّ هـذا لا يسـاعد العلمـاء علـى التَّعبير عـن المقيـاس النَّانوي لغيـر العلماء. وبطبيعة الإنسان يربط دائماً الأحجام بالرُّجـوع إلـى أشـياء مـن الحيـاة اليوميَّـة، ويمكننـا ربـط تكنولوجيـا النَّانـو بأكثر الأشـياء شـيوعاً لتعريفها ألَاَ وهو عرض شعرة الإنسان. ولكن للأسـف، فإنَّ شـعر الإنسـان يختلف اختلافاً كبيـراً، ويتراوح قطر الشَّـعرة الواحـدة ما بين عشـرات ومئات من الميكـرون (10^{-6} مـن المتر)، وذلك اعتماداً على اللَّـون، والنَّوع، والجزء من الجسـم التي يتمُّ أخذها منه، ولذلك مـا نحتاجـه هو المعيار الذي يمكننا ربط النَّانو به. بدلاً من أن يسأل أيِّ شخصٍ أو يتخيَّل المليون أو المليار من شيء ما، والقليل من النَّاس الأذكياء يمكنهم فعل ذلك بكل سـهولة، فـإنَّ تكنولوجيـا النَّانو المرتبطة بالـذَّرَّات غالباً ما تجعل من الأسـهل علينـا تصور نانومتر. ولكن قلَّـةً من غير العلماء لديهـم فكرةً واضحـةً عـن حجم الذَّرَّة، وإذا ما أردنـا تحديد نانومتر فيمكننا القول: إنَّ النّانومتر يساوي حجم 10 ذرات هيدروجين أو 5 ذرات سـيليكون موضوعة على خطٍّ مسـتقيمٍ، وهو أمرٌ يتطلَّب قدرةً عقليَّة لفهمه.



مقياس النّانو



• أنَّ المواد المتناهية الصِّغر هي موادٌ ذات أجزاءٍ فرديَّةٍ أو أبعادٍ على مقياس النّانو؟.

تاريخ تقنية النّانو

التّاريخ القديم Ancient History

تَذكر الإمبراطوريّات القديمة في العالم بفضل آثارها العجيبة ذات المقياس الكبير في الهندسة على سبيل المثال لا الحصر: مثل ماتشو بيتشو Macchu Picchu في البيرو؛ والإهرامات في مصر؛ والبارثينون Parthenon في اليونان. ولكن الحرفييّن في تلك العصور برعوا بالمقابل أيضاً في الهندسة ذات المقياس النّانوي. فمعالجة المواد على المستوى الذّرّي والجزيئي لابتكار وظائف وخصائص جديدة يبدو وكأنّها يجب أن تكون مفهوماً حديثاً. ولكنّ الحرفييّن في الماضي تحكّموا أيضاً بالمادة على مقاييس أصغر، ووفقاً للمعايير الحديثة، كانوا يعملون في فرع تكنولوجيا النّانو الذي يُسَمّى المركّبات النّانويّة Nanocomposites، وكانوا يقومون بخلط المواد الكبيرة التي تختلط جزيئاتها النّانويّة بدورها لتحسين الخواص الكُلِّيّة أو المركّبة للمادّة.

وهناك عددٌ من الأمثلة الشّهيرة من القطع الأثرية القديمة التي تمّ إنشاؤها باستخدام مركّبات نانوية. فكأس ليكورغوس Lycurgus Cup، على سبيل المثال، هو كنزٌ رومانيٌّ زخرفيٌّ مُذْهِلٌ صُنع حوالى سنة 400 ميلاديّة؛ وهو مصنوعٌ من الزُّجاج، ويتغيّر لونه عندما يمرُّ الضّوء من خلاله. ويحتوي هذا الزُّجاج على الذّهب والفضّة النّانويّة المخلوطة، والتي تتوزّع بطريقةٍ تجعل الزُّجاج يبدو أخضر اللّون عند انعكاس الضّوء، ولكن عندما يمرُّ الضّوء من خلال الكأس، فإنّه يظهر أحمر اللّون برّاقاً.


كأس ليكورغوس

يعرف الصّباغ الأزرق السّماوي المقاوم للتّآكل باسم «مايا الزّرقاء» Maya Blue، وقد أُنتج لأوّل مرّةٍ في عام 800 ميلادية

فـي مدينـة المايـا ما قبل كولومبـوس. إنَّها مكوَّنةٌ مـن المواد المعقَّدة التـي تحتوي على الطِّيـن ذات ثقـوب نانويَّـةٍ مُجتمعةٍ في صبـغ نيلي كيميائـي لتكوين صباغٍ مستقرٍّ بيئيّاً.



الخنجر الدِّمشقيّ الصّلب

ولقد صُنعت السُّـيوف الفولاذيَّة الدِّمشـقيَّة الشَّرق أوسطيَّة ما بيـن عـام 300 و 1700 ميلادية، وهـي معروفةٌ بقوَّتها المثيرة للإعجاب، إنَّها تُحَطِّم السُّيوف المقاومة والحادَّة والمتطوِّرة بشكلٍ استثنائيٍّ. وإنَّ شـفراتها الفولاذيَّة الصُّلبة تحتوي على أنبوبٍ نانويٍّ يُشـبه الأسلاك فـي هيكليتها، وهو ما يُعزِّز بشـكلٍ مؤكَّدٍ خصائص المـادَّة المكوِّنة لها. وقد كانت صناعة الفُخَّار فـي عصر النَّهضـة في مختلف أنحاء بلدان البحر الأبيض المتوسّـط تُزَخْرَفُ بسـطحٍ أملس لامعٍ برّاقٍ يُسَمَّى اللّمعان Lustre، واللّون واللَّمعان ناتجان عن جزيئات نانويّة من النُّحاس أو الفضَّة. ومع ذلك، فقد كشفت النُّصوص التَّاريخية من إسبانيا وإيطاليا والشَّرق الأوسط كيف تمَّ الاهتمام بالتَّلميع، وتقديم إجراءات جديدة لتكوين مركّبات نانويّة من المعادن والزُّجاج.

وقد حقَّق الباحثون من جامعة تورينو بإمكانات استخدام أسلوب مايا الزَّرقاء لتوليد أصباغ مقاومة بيئيّاً ومـن مختلف الألـوان. وبالمثل، فإنَّ فهم خصائص كـوب ليكورغوس أدَّى إلـى اكتشـاف مركّبـاتٍ نانويَّةٍ جديـدةٍ ذات خصائص بصريَّـة يُمكنها أن تكون مفيدةً، ومثالاً على ذلك فقد طوَّر الباحثون أفلاماً رقيقةً بمركّب نانويّ





خزفٌ مزخرفٌ ذو لمعان Lustreware

هل تعلم؟

- أنَّ جُزيئات الذَّهب النَّانويَّة هي في الواقع حمراء؟
- وأنَّ كلمة «نانو» مشتقَّةٌ من الكلمة اليونانيّة «نانوس»، وهي تعني القزم أو صغيرٌ للغاية؟



البلّورات النّانويّة

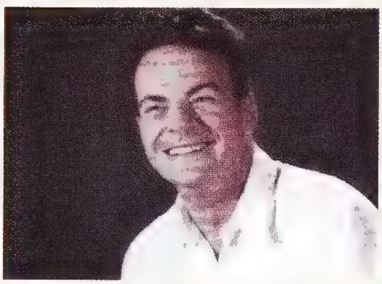


تعرّف إلى

الدكتور ريتشارد ف. فاينمان

Dr. Richard P. Feynman

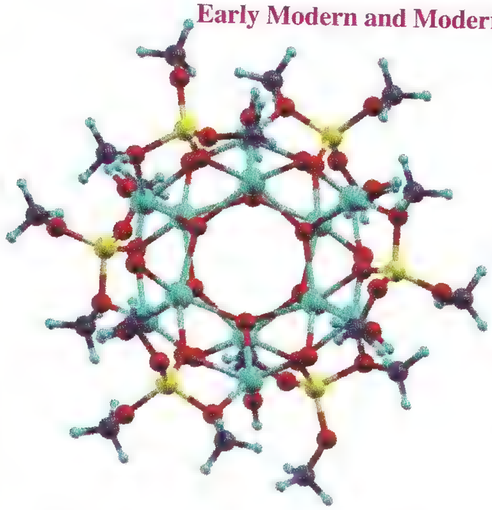
الدكتور ريتشارد فيليبس فاينمان: فيزيائيٌّ نظريٌّ أميركيٌّ، كان الدكتور ريتشارد يُعتبر الأكثر بريقاً والأكثر تأثيراً وتمرّداً في مجاله في حقبة ما بعد الحرب العالميّة الثّانية. أعاد الدكتور ريتشارد فيليبس فاينمان تجديد نظريّة الدّيناميكا الكهربائيّة الكموميّة، وهي نظرية التّفاعل بين الضّوء والمادّة.



متناهي الصّغر تحتوي على جزيئات الذّهب التي يمكنها أن تعكس الأشعة تحت الحمراء، في حين لا تزال تُرسل الضّوء. ويقول أحد المشاركين في البحث وهو إيفان باركين: (لقد حاولنا بشكلٍ فعّال تكرار التأثير المنظور في كوب ليكورغوس عبر إعادة تكوين التّلوين ذو الكفاءة الاستثنائية الذي صنعه الرُّومان). وهذه الأفلام يمكن استخدامها في أغلفة النّوافذ في البلدان الحارّة لتعكس الحرارة بعيداً بينما تسمح للضّوء بالمرور من خلال الزُّجاج، وبالتالي تقليل الحاجة إلى تكييف الهواء. وهذه الهياكل التّاريخية هي نتاج مئات السّنين من التّجربة والخطأ في التّجريب من قِبَلِ الحِرَفيِّن مروراً بمهاراتٍ ودرايةٍ عبر الأجيال.

ويمكن بناء تكنولوجيا النّانو الآن أيضاً استناداً إلى هذه الحكمة القديمة. ولكن بالاستفادة من الفهم الحديث لسلوك الذّرّات والجزيئات جنباً إلى جنبٍ مع فنّ تصنيع الأدوات Tools والآلات التّحليليّة Analytical Instruments ويمكن تحقيق منتجاتٍ جديدةٍ مثيرةٍ وأجهزةٍ في وقتٍ قصيرٍ.

العصر الحديث المبكّر والعصر الحديث Early Modern and Modern Era



جزيئات نانويَّة معدنيَّة مؤكسدة من نقاطٍ كمِّيَّةٍ

بدأ أوّل استخدام لمفاهيم تكنولوجيا النَّانو مع المقولة الشَّهيرة: «هناك مجالاتٌ كثيرةٌ في القاع». وهذه العبارة قدَّمها الفيزيائي ريتشارد فاينمان في اجتماع الجمعيَّة الفيزيائيَّة الأمريكيَّة في معهد كاليفورنيا للتّكنولوجيا في 29 ديسمبر (كانون الأول) 1959. وَصَفَ فينمان عمليَّةً يمكن من خلالها تطوير القُدرة على التَّعامل مع الذَّرَّات والجزيئات الفرديَّة، وذلك باستخدام مجموعةٍ واحدةٍ من أدواتٍ دقيقةٍ لبناء وتشغيل مجموعاتٍ أخرى أصغر نسبيّاً، وصولاً إلى النِّطاق المطلوب.

ولقد تمَّ تعريف مصطلح (تكنولوجيا النانو) من قبل البروفيسور نوريو تانيجوتشي من جامعة طوكيو للعلوم في أطروحةٍ قدمها عام 1974 ورد فيها ما يلي: (تتكوَّن تكنولوجيا النَّانو بشكل رئيسٍ من تجهيز وفصل ودمج وإعادة تشكيل المواد بواسطة ذرَّةٍ واحدةٍ أو جزيء واحدٍ).

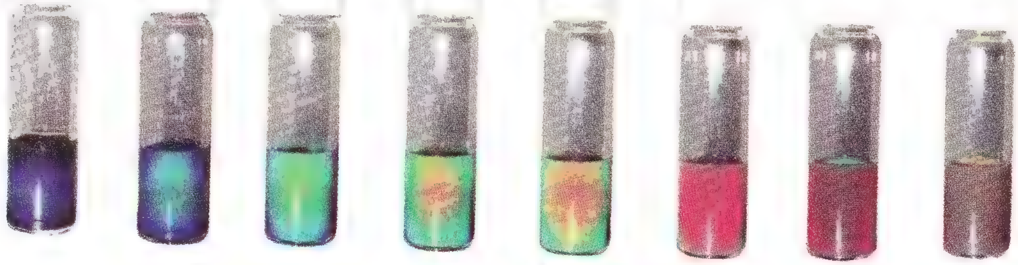
في الثَّمانينات، تمَّ اكتشاف الفكرة الأساسيَّة لهذا التَّعريف بشكلٍ أعمق من قبل الدُّكتور إريك دريكسلر Eric Drexler، الذي عزَّز الأهميَّة التِّكنولوجيَّة لظواهر النِّطاق النَّانوي من خلال المحاضرات والكتب. وقد بدأت تكنولوجيا النَّانو والعلوم الدَّقيقة في بداية الثَّمانينات مع تطورين رئيسين:

ولادة علم المجموعات النَّانويّة (العناقيد) Cluster Science.

واختراع مجهر المسح النّفقي (STM) Scanning Tunneling Microscope.

وقد أديّا هذان التَّطوران إلى اكتشاف الفوليرين Fullerene عام 1986 (وهي جزيئات مركّبة من الكربون على شكل كريات وأنابيب وغيرها من الأشكال)، وأنابيب الكربون النَّانويَّة بعد سنواتٍ قليلةٍ. كما تمَّ اختراع مجهر القوَّة الذَّريَّة بعد ست سنواتٍ من اختراع مجهر المسح النفقي STM.

واليوم، تقوم تكنولوجيا النَّانو بإعادة تشكيل التّكنولوجيا.



البلّورات النَّانويَّة

المواد النَّانوية

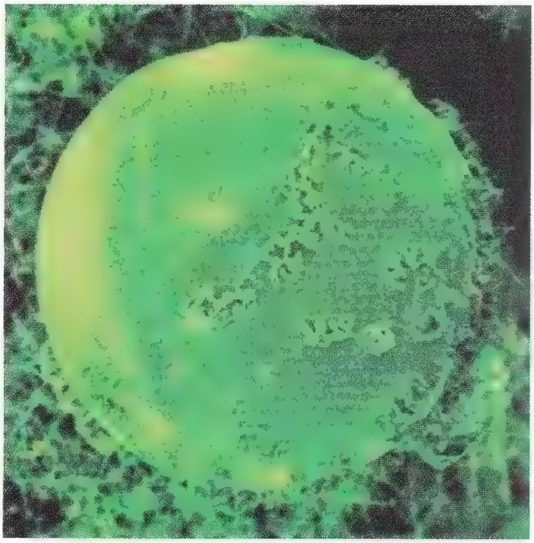


- أنَّ الطَّبيعة مليئةٌ بالمواد النَّانويّة والهياكل النَّانوية؟
- وأنَّ الجزيئات النَّانويَّة للمواد المعدنيَّة تُستخدم في مستحضرات التَّجميل؟

هنـاك أمثلـةٌ رائعةٌ في العديـد من تطبيقات تكنولوجيـا النَّانو على المـواد الجديدة، فعلى سـبيل المثال، أغلفـة البوليمير Polymer الرَّديئـة السُّـمعة السَّـريعة العطـب، والتـي تتضـرَّر مـن الحـرارة. إنَّ إضافـة 2٪ فقـط مـن جزيئـات الطِّيـن المعدنيَّـة النَّانويَّـة Nanoparticulate Clay Minerals إلـى أغلفـة البوليمر يحدث فرقـاً كبيراً، وهو يؤدِّي إلى تحسـين الأغلفة لتصبح قاسـيةً ومتينةً ومقاومةً للخدش. وهذا التَّحسين له آثارٌ على المواد في الحالات التي تكون فيها مناسـبةً لاسـتخدامٍ مُعَيَّن من حيث وزنها وقوَّتها، ولٰكنَّهـا بحاجةٍ إلى حمايةٍ من الخارج لكي تتحمَّل البيئة وعوامل التَّآكل الخارجيَّة، والذي يمكن أن يقدِّمه البوليمر المقوّى. ويمكن لأغلفـةٍ نانويَّةٍ أخرى منـع التصاق رسـومات الغرافيتي Graffiti، والتَّمكيـن مـن إزالتها بسـهولةٍ عـن طريق خراطيم المـاء من أوَّل مرَّةٍ. وهذا الأمر له تأثيرٌ مهمٌّ على تحسـين البيئات الحضريَّة، ممَّا يجعلها أكثر جاذبيَّةٍ للمواطنين ذوي النِّيَّة الحسنة وأقلّ تشجيعاً للمجرمين. وهذه الأنواع من الأغلفة التي اختُرعت في المكسيك، ثبت أداء عملها بشكلٍ جيِّدٍ في أجزاء من مكسيكو سيتي، وهي تساعد حالياً على تحويل الأحياء التي تعاني من الجريمة إلى ضواحي محترمة بشكلٍ متزايدٍ.

الجزيئات النَّانويَّة Nanoparticles

إنَّ جزيئات النَّانو هي أقلُّ طولاً من موجات الضَّـوء المرئـيّ، وبالتّالي لا يمكـن رؤيتها. ورغـم ذلـك، فهي تُضفـي خصائص جديدة حتـى مع كونهـا غير مرئيَّـة بذاتهـا! ويمكن لجزيئات الفلورسـنت Fluorescent النَّانويَّة أن تكـون غريبـة جـداً لأنَّ لهـا خصائـص جديدة وغيـر عاديَّة، وهي غيـر موجودة في



الجزيئات النَّانويَّة

المواد المشابهة. وذلك لأنَّ جسيمات النَّانو المتناهية الصّغر لديها سطحٌ كبيرٌ بالنِّسبة لحجمها، وبالتالي تكون عالية التَّفاعل Reactive. ويظهر ذلك من خلال مواد الحبيبات التي نستخدمها في حياتنا اليوميَّة، مثل الدَّقيق Flour، والتي يمكن أن تصبح مادَّةً مُتَفَجِّرةً Explosive في بعض الظَّروف. وتشمل التَّطبيقات النَّانويَّة جسيمات ثاني أكسيد التيتانيوم النَّانويَّة في العدسات الواقية من الشَّمس، وهي تتصرَّف كمحفز ضوئي Photocatalytic في الأغلفة، إذ يمكن وضعها على النَّوافذ التي يتطَلَّب بقاؤها نظيفةً، فتتسبَّب بتأكسد التُّراب وجرفه بواسطة الأمطار بكلِّ سهولة.

الأنابيب النَّانويَّة Nanotubes

أنابيب الكربون النَّانويَّة هي مادَّةٌ فريدةٌ من نوعها، اكتُشفت مؤخَّراً وهي تمتلك خصائص إلكترونيَّة وحراريَّة وهيكليَّة مُدهشة. إنَّها عالية الموصليَّة Conductivity سواء للكهرباء أو للحرارة، فتوصيلها الكهربائي عالٍ مثل النُّحاس، وتوصيلها الحراري كبيرٌ مثل الماس، وهي توفِّر إمكانيات مذهلة لصنع أجهزة إلكترونيَّة نانويَّة في المستقبل، ودوائر كهربائيَّة وأجهزة كمبيوتر.

الأنابيب النّانومتريّة



الأنابيب الجزيئيّة أحادية الجدران — حبال من الأنابيب النّانوية أحادية الجدار — الأنابيب الجزيئيّة المتعدّدة الجدران

تملك أنابيب الكربون النَّانويَّة أيضاً خواصّاً ميكانيكيَّة استثنائيَّة، فهي أقوى ب 100 مرَّة من الفولاذ، في حين يبلغ وزنها سدس وزنه فقط.

وهذه الخصائص الميكانيكيَّة تتيح إمكانات ضخمة، على سبيل المثال، ففي إنتاج موادٍ جديدةٍ أقوى وأخفَ وزناً لمعدَّات الجيوش، والفضاء، والتَّطبيقات الطِّبِّيَّة. وتشمل التَّطبيقات الأخرى مواد التَّشحيم، والطِّلاء، ومواد التَّحفيز الكيميائيّ والأجهزة الكهربائيَّة الضَّوئيَّة.

عقبات التَّطبيق واحتمالات الاستخدام Application Hurdles and Potential Uses

إنَّ تكلفة وتنقية وفصل أنواع الأنابيب النَّانويّة (فصل الأنابيب النّانومتريّة أحادية الجدار عن المتعدِّدة الجدران)، والقيود في مجال التَّجهيز وتوسيع النِّطاق وأساليب التَّجميع لا تزال كلّها

تُعتبر عقباتٍ لبعض التَّطبيقات. ومع ذلك فهناك بالفعل منتجات تحتوي على الأنابيب النَّانوية في السُّوق، على سبيل المثال، ويتمُّ استخدام الأنابيب النَّانوية في بعض مضارب التِّنس لتعزيز الإطار وتحسين قدرة المضرب على امتصاص الصّدمات.

ويمكن أيضاً لأنابيب الكربون النَّانويَّة أن تكون مختلطةً مع العديد من المواد المختلفة مثل البلاستيك والمنسوجات، كإنتاج ستراتٍ واقيةٍ من الرَّصاص وخفيفة الوزن.

ووفقاً للمهندسين في مجموعة تنمية التِّكنولوجيا في فراونهوفر شتوتغارت ألمانيا، فإنَّ أكبر إمكانيةٍ لصنع منتجاتٍ جديدةٍ يكمن في تسخير الخواص الكهربائية للأنابيب النَّانومتريَّة القوية خفيفة الوزن لتوليد الحرارة. وتتراوح التَّطبيقات من البطَّاريَّات الكهربائيَّة إلى أجنحة الطَّائرات ذات صفيحة تسخين تجعل من الجليد غير قادر على التَّكوين وذات قدرةٍ على تدفئة الجدران الباردة.



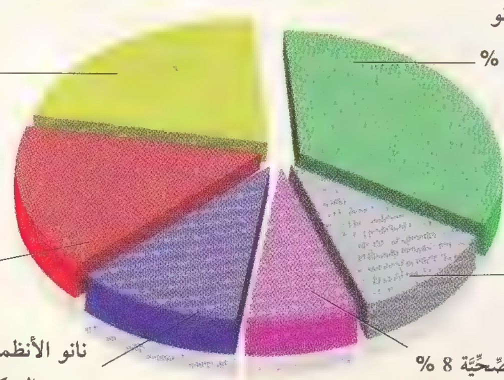
تعرف إلى

جيمس جيمزوسكي

James Gimzewski

جيمس كازيميرز جيمزوسكي: فيزيائيٌّ اسكتلنديٌّ من أصل بولنديٍّ. كان واحداً من أوائل علماء النَّانو الذين صوَّروا الذَّرّات والجزيئات بمجهر المسح النّفقي، وهو يحمل الرَّقم القياسي العالمي في موسوعة (غينيس) لصُنع أصغر آلة حاسبة في العالم.





أعمال تقنيّة النّانو

كيف تعمل تقنيّة النّانو

تكنولوجيا النّانو هي العِلم الذي يتعامل مع الأجهزة والآلات على نطاقٍ صغيرٍ للغاية. وتعمل تكنولوجيا النّانو بشكلٍ مختلفٍ في مختلف التّخصُّصات العلميَّة التّطبيقيَّة والتّخيليَّة. ومع ذلك فإنَّ الوصف العام لعمل هذه التكنولوجيا هو نفسه تقريباً في كلِّ مجالٍ، على الرَّغم من أنَّ هذا العلم التّكنولوجي يُرَكِّز على العالم الصَّغير بقدر ما يستطيع.

كيف تعمل آلات التّكنولوجيا النّانويَّة؟ How nanotech machines work

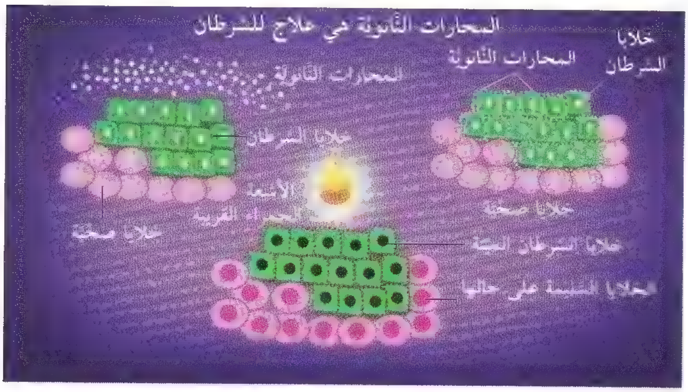
لإلقاء نظرةٍ على عمل آلات التّكنولوجيا النّانويَّة دعونا نتخيَّل خليَّة دمٍ حمراء، والتي يمكن رؤيتها عادةً بمساعدة المجهر Microscope بمعدّل 25 ميكرون، وإذا اعتمدنا تكنولوجيا النّانو لالتقاط تلك الخليَّة يمكننا أن نفهم بسهولة عملها.

تسمح لنا تكنولوجيا النّانو أن نرى ما يصل الى 2500 نانومتر، وهذه المسافة قريبةٌ من صورة خليَّة الدَّم الحمراء. وتسمح تكنولوجيا النّانو للعلماء والمطوِّرين ببناء وتجميع وحلّ وإعادة ترتيب المكوّنات القائمة، وهي تلعب أيضاً دوراً حيويّاً في بناء الأجهزة الجديدة من خلال فهم وربط جزيئات أيٍّ من العناصر القائمة. وكما أصبح مفهوماً للعموم، فإنَّ تكنولوجيا النّانو تنقسم إلى فئات مختلفة وفقاً للتّخصُّصات التي يتمّ فيها إجراء التّجارب.

كيف تعمل تكنولوجيا النّانو في الطِّبِّ؟

How Nanotechnology Works in Medicine?

تستخدم تكنولوجيا النّانو في العلوم الطِّبِّيَّة في علاج المرضى واستكشاف إجراءات جديدة له. وفي الوقت الحاضر، تعمل المستشفيّات الدُّوليَّة على



تكنولوجيا النّانو في العلوم الطِّبِّيَّة



- أنَّ أحد المواد النّانوية الأكثر شيوعاً هو ثاني أكسيد التيتانيوم الذي يستخدم في واقيات الشّمس، وهو يعكس وَيُبَعْثِرُ ضوء الأشعّة فوق البنفسجيّة؟



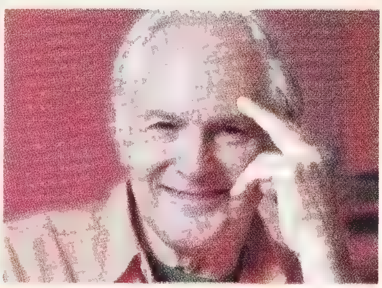
الفضَّة البلوريَّة النَّانويَّة



تعرّف إلى

السِّير هارولد كروتو
Sir Harold Kroto

السِّير هارولد والتر كروتو: هو كيميائيٌّ بريطانيٌّ. أصبح أستاذاً في الجمعيَّة الملكيَّة للأبحاث عام 1991. وفي وقتٍ لاحقٍ من ذلك العام، حصل على جائزة نوبل في الكيمياء بالمشاركة مع روبرت كيرل وريتشارد سمالي، لاكتشاف C60 بكمنستر، وهو شكلٌ جديدٌ من الكربون.



مشاريع لتطوير الأجهزة الطِّبِّيَّة الجديدة بمساعدة تكنولوجيا النّانو لتقديم خدمة أفضل للعالم. وتستخدم في العلوم الطِّبِّيَّة تكنولوجيا النَّانو لإدارة الأدوية والحرارة والضَّوء وغيرها من عناصر المعالجة في جسم الإنسان. فعلى سبيل المثال: إنَّ الفضَّة هي واحدةٌ من أفضل الوسائل التي تحمي من الالتهاب عند البشر، وبمساعدة تكنولوجيا النّانو يتمُّ إنشاء شكلٍ آخر من الفضَّة، وهو يُعرف باسم الفضَّة البلُّوريَّة النَّانويّة Nanocrystalline Silver والتي تحلّلت إلى أجزاءٍ صغيرةٍ للغاية يُمكنها أن تَتَبَلْوَر بشكلٍ فوريٍّ. وقد اكتشف العلماء أنَّه إذا تمَّ تخفيض حجم العناصر والمواد إلى مستوى النَّانو فإنَّها تعمل بطريقةٍ مختلفةٍ مما كانت عليه في المستوى الكلِّي Macro Level. وعند المستوى النَّانومتري تُصبح الفضَّة وسيلةً أقوى من كونها في الحالة الطَّبيعيَّة.

والمحارتان النَّانويتان هما نوعان من الآلات الطِّبِّيَّة التي تمّ تطويرها باستخدام تكنولوجيا النَّانو. وكلا هاتين الآلتين مفيدٌ جدّاً في الكشف المبكّر عن الأمراض.

تأثير تقنيَّة النَّانو في الصِّناعات؟ How Nanotechnology Works in Industry

دخلت صناعة النَّانو حيِّز التَّطبيق في مجموعةٍ من السّلع التي تستخدم جزيئات الأكسيد على أنواعه كالألمنيوم والتِّيتانيوم وغيرها، وخصوصاً في مواد التَّجميل والمراهم المضادَّة للأشعَّة. وهذه الجزيئات النَّانويَّة تحجب الأشعة فوق البنفسجيَّة UV كلّها، ويبقى المرهم في الوقت نفسه شفَّافاً، كما تستعمل في بعض الألبسة لمنع التَّبَقُّع. وسيصدر عملاق الكمبيوتر «هاولت

باكارد» قريباً رقاقات يدخل في صنعها نانو إلكترونات قادرة على حفظ المعلومات أكثر بآلاف المرّات من الذّاكرة الموجوده حاليّاً. وقد تمكّن باحثون في IBM وجامعة كولومبيا وجامعة نيو أورليانز من اختراع مادّةٍ غير موجودةٍ في الطّبيعة وهي «مغنسيوم ذو خصائص مولِّدة للضّوء مصنوعة من النّانو»، و«أكسيد الحديد مُحاطاً برصاص السيلينايد». وهذه المواد نصف موصلة للحرارة وقادرة على توليد الضّوء، وهي ميِّزةٌ خاصَّةٌ لها استعمالاتٌ كثيرةٌ في مجالات الطّاقة والبطّاريّات.



• أنّ مادة الـ PCBM هي واحدةٌ من أفضل اكتشافات التّكنولوجيا النّانوية للبشريّة، وهي مادّةٌ هامّةٌ تساعد في إنتاج الطّاقة، مثل خلايا الطّاقة الشّمسيّة؟

كيف تعمل تقنيَّة النّانو في مجال الرُّوبوتات؟

How Nanotechnology Works in Robotics?

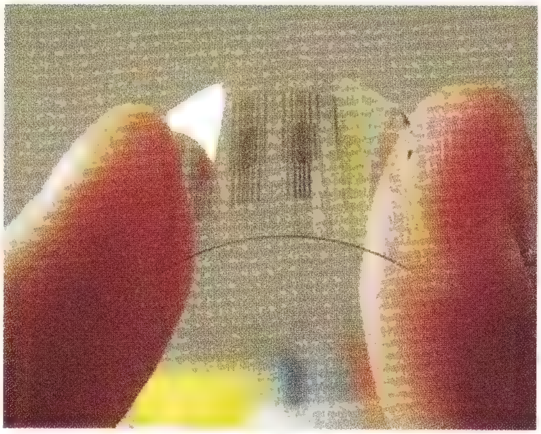
عندما تستخدم تكنولوجيا النّانو في مجال الرُّوبوتات فإنَّ الاسم الجديد الذي أُطلق عليها هو عِلم الرُّوبوتات النّانويّ Nano Robotics.[1] وقدّمت هذه التّكنولوجيا الرّائعة الذّكاء الاصطناعيّ والذي له التّأثير الكبير، فبمساعدة تكنولوجيا النانو يمكننا تصميم روبوت يحتوي على حوالى 90 ٪ من وظائف الجسم البشريّ. وهذه الرُّوبوتات لديها ميِّزات تكنولوجيّة نانويّة في تركيبتها وبنيتها الجسميّة وهندستها حتى حدود 10^{-9} نانومتر، ويمكن مُعالجتها بنفس المستوى من الدِّقَّة. كما أنَّ أجهزة الاستشعار Sensors هي واحدةٌ من الأمثلة على الآلات التي تمّ إنشاؤها بواسطة التّكنولوجيا النّانومتريّة. والرّقائق الحيويَّة Biochips هي مثالٌ آخر على تكنولوجيا النّانو.



تكنولوجيا النّانو في الرُّوبوتات

(1) انظر كتاب الروبوتات من هذه المجموعة، ومن إصدار دار الراتب الجامعية ــ بيروت.

أجهزة الاستشعار النَّانويَّة



جهاز الاستشعار النانوي

ما هي أجهزة الاستشعار النَّانويَّة؟

What are Nanosensors?

إنَّه اختراعٌ رائعٌ آخر من اختراعات تكنولوجيا النَّانو ألا وهو جهاز الاستشعار النَّانويّ، وهذا الجهاز يستخدم في المجال البيولوجي، أو الكيميائي، أو كجهاز استشعارٍ جراحيٍّ، أو في كشف ونقل المعلومات النَّانويَّة الجزيئيَّة إلى الأجهزة الأخرى في العالمين المجهريّ والعياني على حدٍّ سواء.

إنَّ الهدف الأساسيّ من تكنولوجيا النَّانو هو تطوير منتجات النَّانو الطِّبِّيَّة مثل رقائق السّيليكون الكمبيوتريَّة واختراع الرُّوبوتات النَّانويَّة. واليوم هناك العديد من التّقنيّات التي وجدت لتطوير أجهزة الاستشعار النَّانويَّة المتخصِّصة.



العلاج الطِّبّي المرتكز على النَّانو

كيف تعمل أجهزة الاستشعار النّانويّة؟

How Nanosensors Works?

تعمل أجهزة الاستشعار النَّانويَّة بوجود قدرةٍ خاصّةٍ على الإحساس الذي يُمَكّن من الكشف عن المعلومات والبيانات. إنَّ نظام هذه الأجهزة النَّانويَّة عاديٌّ مثل أجهزة الاستشعار العاديَّة، ولكن الفرق الرئيس بين أجهزة الاستشعار العادية وأجهزة الاستشعار النَّانويَّة هو أنَّ أجهزة الاستشعار

النَّانويَّة طوّرت بمقياس النَّانو ممّا يجعلها متميِّزة عن تلك العاديَّة. ويمكن لأجهزة الاستشعار النَّانويَّة تحديد خلايا معيَّنة بدقَّةٍ أو أجزاءٍ من الجسم يوجد فيه خللٌ ما. إنَّها تعمل عن طريق حساب وقياس الارتفاع والهبوط، والتَّغيُّرات، والإزاحة، والاضطرابات، والتَّركيز، والحجم، والتَّسارع، وضغط القوى الخارجيَّة أو درجة حرارة كلّ خليَّةٍ في الجسم الحيّ. وصمّمت العديد من أجهزة الاستشعار النَّانويَّة للتَّمييز بين الخلايا العادية وغير العادية مثل أجهزة استشعار الكشف عن السَّرطان في الجسم الحيّ، وأجهزة التَّحكُّم الجزيئي لنقل الأدوية في جسم الإنسان. كما أنَّه يمكنها الكشف عن التَّغيُّرات العيانيَّة Macroscopic والتي تظهر نتيجةً للتَّفاعلات الخارجيَّة وإبلاغ هذه الاختلافات إلى المكوِّنات النَّانويَّة Nanocomponents الأخرى التي تعمل جنباً إلى جنبٍ.

أنواع أجهزة الاستشعار النَّانويَّة Types of Nanosensors

- أجهزة الاستشعار النَّانويَّة الكيميائيَّة Chemical Nanosensors
- أجهزة الاستشعار النَّانويَّة الاصطناعيَّة Synthetic Nanosensors

أجهزة الاستشعار النَّانويَّة الاصطناعيَّة Synthetic Nanosensors: صمّمت أجهزة الاستشعار هذه واستخدمت لأوَّل مرَّة في معهد جورجيا للتّكنولوجيا في أواخر تسعينات القرن الماضي. وهي تشمل ربط جُسيمات خاصَّة بنهاية أنابيب الكربون، وحساب وتيرة ذبذبات Frequency الأنابيب مع أو بدون الجسيمات بشكلٍ دوريٍّ. وعادةً ما يتمُّ استخدامها لإدارة التَّفاعلات الكيميائيَّة النَّانويَّة.

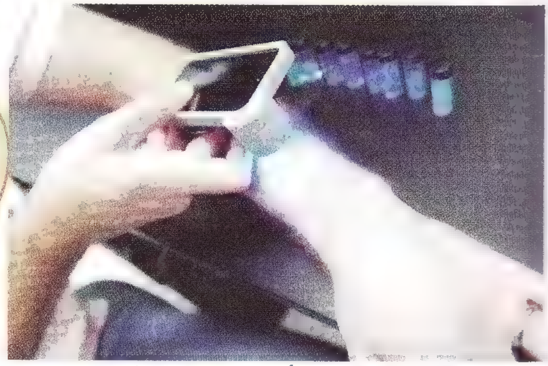


هل تعلم؟

- أنَّ أجهزة الاستشعار تستخدم في اختبار الحمض النَّووي للتَّعرُّف على الخصائص المماثلة لاثنتين من خلايا الدَّم؟
- وأنَّه توجد بعض أجهزة الاستشعار الطَّبيعيَّة في الأجسام الحيَّة مثل الحيتان، والدَّلافين، وأسماك القرش، لسماع الذَّبذبات في الماء؟



تساعد أجهزة استشعار التَّنفُّس النَّانويَّة في تشخيص مرض السكري



الوشم الذي يرسم بأجهزة الاستشعار النّانويّة

أجهزة الاستشـعار النّانويّة الكيميائيّة Chemical Nanosensors: صُمِّمت أجهزة الاستشـعار الكيميائيّة أيضاً عن طريق استخدام أنابيب الكربون النّانويّة للكشـف عن خصائـص مختلفةٍ للعديد مـن الجُزيئات الغازيّة. ويتـمُّ إدارة تأيين الغازات في الغلاف الجويّ ومسـتوى تركيـز الهيدروجين والأوكسـيجين في المصانـع ومختبرات الأبحاث الكيميائيّة بمسـاعدة أجهزة الاستشعار الكيميائيّة. وأجهـزة الاستشـعار الكيميائيّة ويمكنهـا أيضـاً الكشـف عن السُّـرعة والطُّول الموجيّ ومسـتوى الجُزيئات في الضّوء القويّ.



تعرّف إلى

ساخرات خيزروييف

Sakhrat Khizroev

الدكتور ساخرات خيزروييف: هو أستاذٌ معروفٌ في علم المناعة في الطِّبِّ والهندسة الكهربائيّة. وهو مخترعٌ عالميٌّ مشهورٌ في مجال تطبيقات تقنيّة النّانو النّاشئة الممتزجة مع المغنطيسيّة النّانويّة في الطِّبِّ، ومعالجة المعلومات والطّاقة المتجدِّدة.



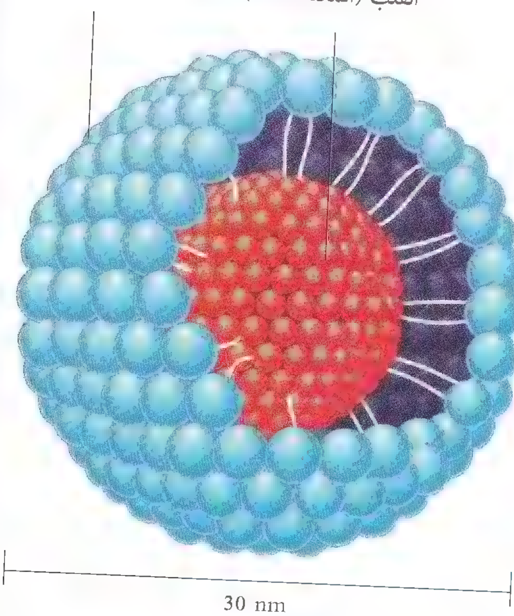
الآثار الاقتصاديّة والاجتماعيّة لأجهزة الاستشعار النّانويّة

Economic and Social Impacts of Nanosensors

لا تزال أجهزة الاستشعار النّانويّة تُعتبر حديثةً في مجال التّكنولوجيا. فهي تملك تأثيرات اقتصاديّة قويّة لأنّها مطلوبةٌ في الإنتاج المتطوّر والتّصنيع العالي الدّقّة. إنّ المنتجات التي تحتوي على أجهزة الاستشعار النّانويّة تتراوح تكلفتها ما بين 0.6 مليار دولار و 2,7 مليار دولار، وهي تكلفةٌ ضخمةٌ. إنّ الاكتشـاف المفرط لخصائص موادٍ محدَّدةٍ أيضاً خطيرٌ لأنّ هذا يُشـجِّع على الاستخدام السّلبيّ والمدمّر للمواد.

ومـن ناحيـةٍ أخرى فقـد خفّضت أجهـزة الاستشـعار النّانويّة التّلوُّث الجوّي واكتشـفت بواسـطتها ملوّثـات الهـواء القويّـة أيضـاً. من شـأن أجهزة الاستشـعار النّانويّة في المسـتقبل أن تحسـن عالم التّكنولوجيا الحالي.

الأدوات والتّقنيّات

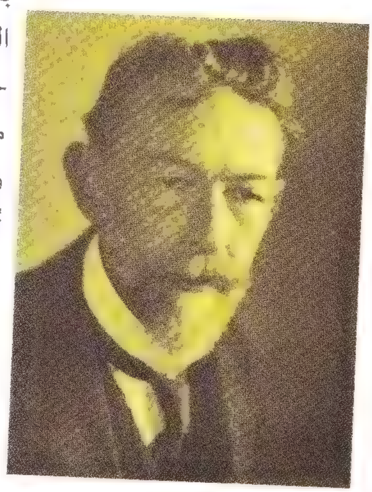


مذيّلة

إنَّ التَّقنيّات والأدوات المستخدمة في تكنولوجيا النّانو تبدأ من طرق الاستخدام التَّقليديّة وتنتهي بطرق الاستخدام المتطوِّرة الحديثة في هذا المجال.

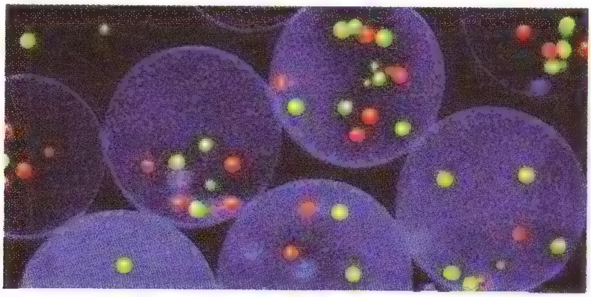
وهنالك أساليب وتقنيّات مختلفةٍ مستخدمةٍ في تقنيّة النّانو، بعضها يُعتبر تقليدياً وقد طُوِّر لتمييز المواد النّانويّة. وإحدى تقنيّات التّمييز هذه تُسَمَّى أسلوب توزيع حجم الجسيمات Particle Size Distribution، ويُعتبر أسلوب توزيع حجم الجسيمات محوريّاً في تحديد ما إذا كانت الجزيئات في الواقع نانومترية الحجم أم لا.

وتشمل أحدث الأساليب المستخدمة في تقنيَّة النّانو أسلوب تشتُّت الضّوء والموجات فوق الصّوتيّة. في أسلوب تَشَتُّت الضَّوء تضطر جسيمات الضّوء للانحراف عن المسار المستقيم. وفي تقنيات الموجات فوق الصّوتيّة يتمُّ اختبار تشتّت النّانو بواسطة التَّحليل الطَّيفي للموجات فوق الصّوتيّة. وقد وضعت بعض التَّقنيّات التَّقليديّة لتصنيف الشّحنة السّطحية لجزيئات النّانو. وتشمل بعض الأساليب المستخدمة لاختبار الشّحنة السّطحية ما يلي: الهجرة الكهربائيّة الجزئيّة Micro-Electrophoresis (وهي حركة الجسيمات المتشتّة بالنّسبة لمائع تحت تأثير مجالٍ كهربائيّ منتظم)، التّشتُّت الكهربائي للضّوء Electrophoretic Light، والصّوتيّات الإلكترونيّة Electroacoustics. وهذه الأساليب تُعطي عادةً نفس النّتائج، ولكنّها تستغرق وقتاً طويلاً.


ريتشارد أدولف سيغموندي

إنَّ الملاحظات الأولى وقياسات حجم جزيئات النّانو حصلت خلال العقد الأوّل من القرن العشرين. وترتبط هذه الملاحظات والقياسات في الغالب باسم سيغموندي Zsigmondy، وهو الذي قام بدراسات تفصيلية عن الذّهب والمواد النّانويّة الأخرى ذات الأحجام التي تساوي 10 نانومتر وأقلّ من ذلك. وقد نشر سيغموندي كتاباً في عام 1914، استخدم مجهراً فائقاً يستخدم

أسلوب الحقل المظلم Dark Dield Method لرؤية الجزيئات ذات الأحجام الأقلّ بكثيرٍ من طول موجة الضّوء.

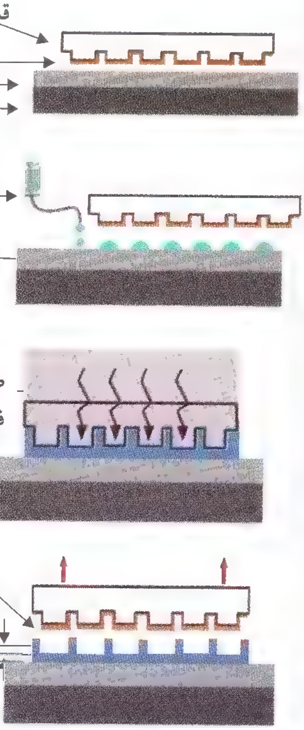

علم المواد الغرويّة

تقنيّات تقليديّة

Traditional Techniques

هناك تقنيّات تقليديّة وضعت خلال القرن العشرين في العلوم الغرويّة Colloid Science لتمييز المواد النّانويّة. وهي تستخدم على نطاقٍ واسعٍ في الجيل الأول من المواد النّانويّة المحدَّدة في المقطع التّالي. وهي تشمل تقنيّات مختلفة لوصف توزيع حجم الجسيمات. وهذا التّصنيف ضروريٌّ لأنَّ العديد من المواد التي من المتوقّع أن تكون نانوية الحجم وهي في الواقع موادٌ مُجمَّعةٌ في محاليل Solutions. وتستند بعض التّقنيّات أيضاً على تشتُّت الضّوء.

وهناك تطبيقٌ آخر للموجات فوق الصّوتيّة، مثل التّحليل الطّيفي للموجات فوق الصّوتيّة الذي يستعمل لاختبار تركيز التّشتت النّانويّ Nano-Dispersion. وهناك أيضاً مجموعة من التّقنيّات التّقليديّة لتصنيف الشّحنة السّطحيّة أو جهد زيتا Zeta Potential، وهو مصطلحٌ علميٌّ يعبّر عن المجال الكهربائيّ الحركيّ المحتمل لجزيئات النّانو في المحاليل أو النُّظم الغرويّة.



عمليّة الطّباعة الحجريّة النّانويّة

وهذه المعلومات كلُّها مطلوبةٌ لاستقرار النّظام النّانويّ المناسب، ومنع التّجمُّع Aggregation أو التّلبُّد Flocculation. وتشمل الأساليب التّقليديّة التّشتُّت الكهربائيّ المايكروي Microelectrophoresis، وتشتُّت الضّوء الكهربائيّ والصّوتيّات الإلكترونيّة. والأسلوب الأخير هو أسلوب التّيّار المتردّد الغرواني Colloid Vibration Current Method (وهي ظاهرةٌ كهروسمعيّة تحصل عندما تنتشر الموجات فوق الصّوتيّة من خلال سائلٍ يحتوي على أيونات أو جزيئاتٍ صلبةٍ) وهو مناسبٌ لوصف النّظم النّانويّة المركّزة.

إنَّ المجموعة التّالية من تقنيّات تكنولوجيا المعدّات متناهية الصّغر تشمل تلك المستخدمة

لتصنيع الأسلاك، وتلك المستخدمة في تصنيع أشباه الموصلات مثل الطِّباعة الحجريّة فوق البنفسجيّة العميقة Deep Ultraviolet Lithography، وشعاع الإلكترون للطِّباعة الحجريّة Electron Beam Lithography، الذي يُركِّز شعاع أيون من أجل القَطع، والطِّباعة الحجريَّة النَّانويَّة Nanoimprint Lithography، وترسّب الطَّبقة الذُّرّيَّة Atomic Layer Deposition، وترسّب البخار الجزيئي Molecular Vapor Deposition، وكذلك تقنيّات التَّجمُّع الجزيئي الذّاتي Molecular Self-Assembly Techniques مثل تلك التي تستخدم البوليمرات الثّنائيّة الكتلة Di-Block Copolymers.

إنَّ كلَّ هذه التَّقنيّات سبقت عصر التكنولوجيا النّانويّة الحديث، وهي امتدادات للتّطوُّر العلميّ عوضاً عن كونها تقنيّات وضعت بهدف خلق تكنولوجيا النّانو التي كانت نتيجة للأبحاث النّانويّة.



هل تعلم؟

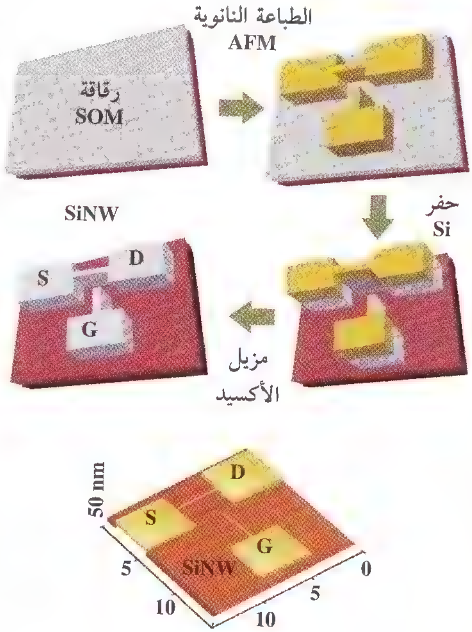
- أنَّ لحية الرَّجل تنمو بمعدَّل نانومتر واحدٍ في الوقت الذي يستغرقه لكي يرفع بيده أداة الحلاقة إلى وجهه؟

تقنيّات حديثة New Techniques

تظهر في أفق تقنيّات النّانو تقنيّاتٌ حديثةٌ وناشئةٌ. وإحدى هذه التَّقنيّات الحديثة هي الاستقطاب المزدوج التَّداخلي Dual Polarization Interferometry، والذي يُمكِّن العلماء من قياس التَّفاعلات الجزيئيّة التي تحدث في نطاقٍ نانويٍّ.

ولا يزال هناك الكثير من العمل يجب القيام به لتنفيذ الطُّرق الجديدة لقياس وإجراء تجارب تكنولوجيا النّانو. ويجري إحراز تقدُّمٌ في تحسين التَّقنيّات المستخدمة التي تتضمَّن الأساليب التَّقليديَّة وإدخال تكنولوجيا جديدة لتحقيق الهدف المشترك وهو المضيّ قدُماً والتَّبسيط.

وهناك العديد من التَّطوُّرات الحديثة الهامَّة التي حصلت. فمجهر القوَّة الذّرّيَّة Atomic Force Microscope (AFM)، ومجهر المسح النَّفقي Scanning Tunneling Microscope (STM) وهما إصداران مبكران من مسبارات المسح الضَّوئيّ أعطيا دفعةً كبيرةً لتكنولوجيا النّانو. وهناك أيضاً أنواعٌ أخرى من مسبار المسح الضَّوئيّ المجهريّ Scanning Probe Microscopy، وكلُّها تنبع من أفكار مجهر المسح الضَّوئيّ مُتحِّد



تصنيع الأسلاك المتناهية الصّغر

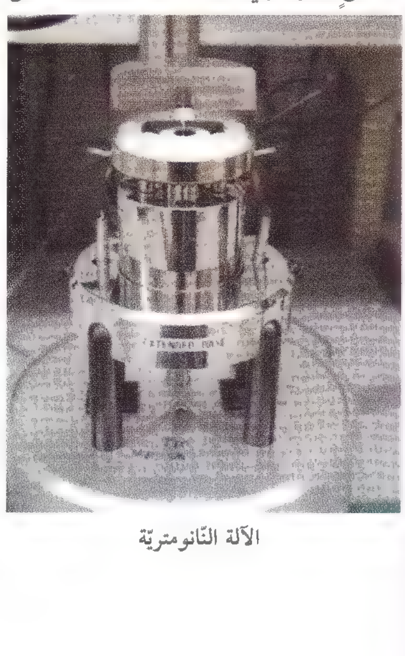


مجهر القوّة الذّريَّة

البـؤر التي وضعهـا مارفن منسـكي في عام 1961، ومجهـر المسـح الصَّوتيّ Scanning Acoustic Microscope (SAM) التـي وضعتـه كالفين كويت مـع زملاء العمل في سبعينات القرن الماضي، وقد جعلنا نستطيع رؤية هياكل ذات مقياسٍ نانويٍّ. وكان هدف مسبار المسح أيضاً معالجة البنى النَّانويَّة.

إنَّ الميّـزة الموجهـة Feature Oriented لمنهجيـة المسـح الوضعـيّ Scanning Positioning Methodology اقترحها روستيسـلاف لابسهين، وهي وسيلةٌ واعدةٌ لتنفيذ المعالجات النَّانويَّة Nano Manipulations بطريقةٍ تلقائيَّةٍ، وتعني إجراء مسح طوبوغرافي بواسطة مسبار المسح الضَّوئـي المجهـريّ. ومـع ذلـك فإنَّها لا تـزال عمليَّة بطيئةً بسـبب انخفاض سـرعة المسـح الضَّوئيّ المجهريّ. كما تمَّ تطوير تقنيَاتٍ مختلفةٍ من الطِّباعة النَّانومتريَّة مثل قلم الطِّباعة المنغمس Dip Pen Nanolithography الـذي يسـتخدم في طباعة المـواد بمجموعةٍ مختلفةٍ من الأحبار بواسـطة طرف مجهر القوَّة الذّرّيَة، شـعاع الإلكترون للطِّباعة Electron Beam Lithography وهو نوعٌ من المسـح الضَّوئـيّ يعمـل بالإلكترونات، وطباعة البصمة النَّانويَّـة Imprint Lithography Nano وهي طريقة لصناعة الأشكال على النِّطاق النَّانويّ.

والطِّباعـة Lithography هـو أسـلوبٌ يعمل من أعلى إلى أسـفل، حيث يتمُّ تقليـل حجم المواد إلى قياسٍ نانومتري. وهذا الأسلوب يعمل على إنشاء أجهزة نانويَّة تبنى قطعةً قطعةً وعلى مراحلٍ.



الآلة النّانومتريّة

إنَّ أسـلوب مسـبار المسـح الضّوئـيّ المجهـريّ Scanning Probe Microscopy هو أسلوبٌ مهمٌّ سواء بالنِّسبة لتوصيف Characterization أو تركيـب Synthesis المواد المتناهية الصِّغر، من خـلال تصميم أطـراف مختلفة لهـذه المجاهر، ويمكن أن تُستخدم لنحت الهياكل على السُّطوح، وللمساعدة فـي توجيـه التَّجميـع الذَّاتـي Assembling Self للهيـاكل.

وإنَّ أسـلوب المّيـزة الموجَّهة للمسـح الوضعـيّ Feature-Oriented Scanning Positioning Approach، يمكـن نقل الذَّرَّات من مكانٍ إلى آخر على السَّـطح بواسطة تقنيّات مسبار المسح المجهريّ.

وفـي الوقت الحاضر، إنَّ هذه العملية مُكْلِفَةٌ وتسـتغرقُ وقتاً طويـلاً لإنتـاج كمِّيَّاتٍ كبيـرةٍ ومناسـبةٍ للتَّجـارب المخبريَّة.

ولكن في المقابل، فإنَّ تقنيّات البناء من أسفل إلى أعلى Up Bottom تستطيع بناء أو إنماء هياكل أكبر ذرّةً ذرّةً أو جزيئاً جزيئاً، وهي تهدف إلى صف جزيئاتٍ بشكلٍ أكثر تعقيداً.

وتشمل هذه التّقنيات التّركيب الكيميائي Chemical Synthesis، والتّجميع الذّاتيّ Self-Assembly والتّجميع الموضعيّ Positional Assembly.

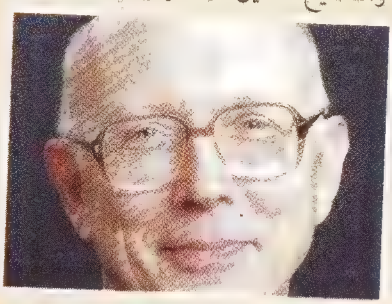
وهنالك تقنيّات أحدث مثل ثنائي الاستقطاب التّداخليّ الذي يمكّن العلماء من قياس التّفاعلات الجزيئيّة كمّيّاً والتي تحدث على مقياس النّانو. ومع ذلك، فإنَّ المنتجات العلاجيّة الجديدة، المستندة إلى المواد النّانويّة المستجيبة Responsive Nanomaterials، مثل المواد العالية القابليّة للتّشَوُّه Ultradeformable والحسّاسة للإجهاد Stress-Sensitive وهي قيد التّطوير وموافق عليها للاستخدام البشريّ في بعض البلدان.



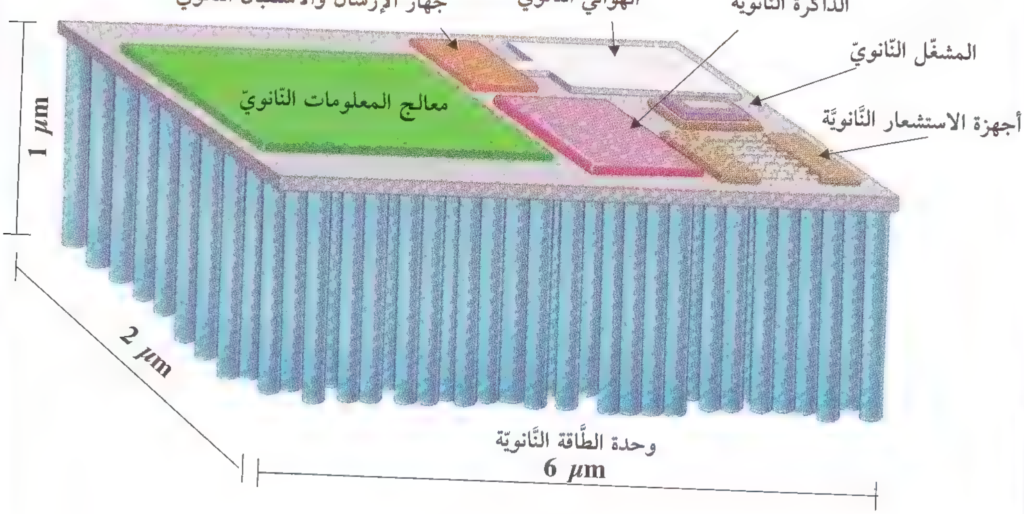
تعرّف إلى

جورج وايتسايدز
George Whitesides

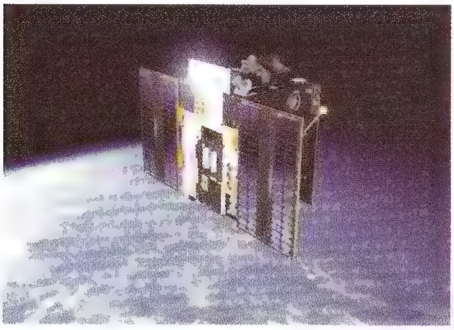
جورج وايتسايدز: هو كيميائيٌّ أمريكيٌّ وأستاذ في علم الكيمياء. اشتهر بعمله في مجالات الرّنين المغناطيسيّ الطّيفي النّووي NMR Spectroscopy، والكيمياء العضويّة الفلزيّة، والتّجميع الذّاتي الجزيئيّ، والطّباعة الحجريّة اللّيّنة، والتّصنيع الدّقيق، وتكنولوجيا النّانو.



هندسة خردوات الجهاز النّانوي



استخدامات تقنية النَّانو

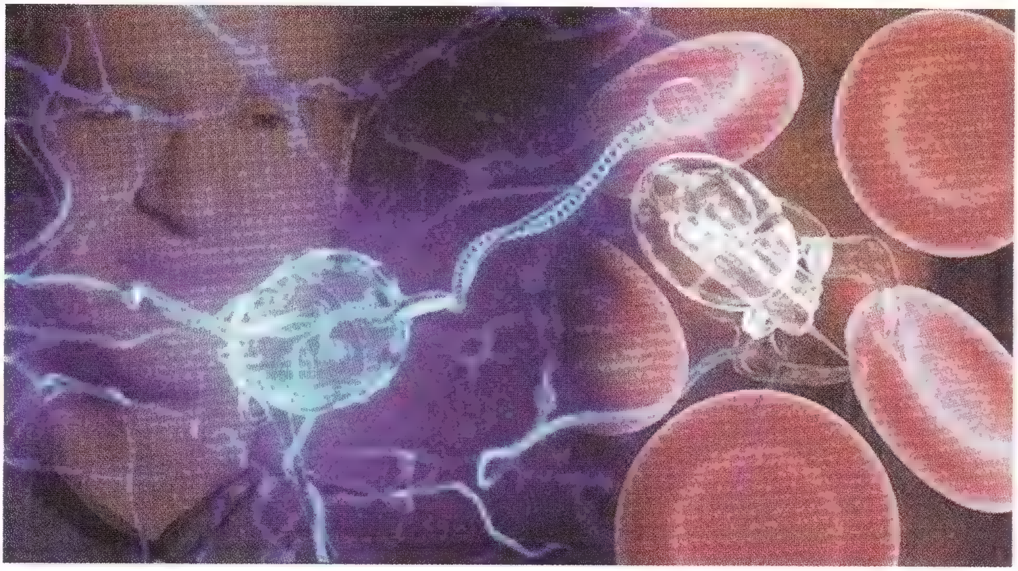


استخدام تقنية النَّانو في الفضاء

يمكـن من خـلال تقنيَة النَّانو صنع سـفينةٍ فضائيَّةٍ في حجم الذَّرَّة يمكنها الإبحار في جسد الإنسان لإجراء عمليَّةٍ جراحيَّةٍ والخروج من دون جراحةٍ. كما يُمكن صنـع سـيارةٍ في حجـم الحشـرة، وطائـرةٍ في حجم البعوضة، وزجاجٍ طاردٍ للأتربة وغير موصل للحرارة، وكذلك صناعة الأقمشة التي لا يخترقها الماء بالرَّغم من سهولة خروج العرق منها.

في الطِّبِّ Medicine

تسـتخدم التّكنولوجيـا النَّانويَّـة بالفعل للمسـاعدة في علاج السّـرطان والالتهابـات الطّفيليَّة. ويتمُّ تصنيع بعض العقاقير كجزيئات نانويَّة، يعتقد أنَّه يمكن اسـتيعابها في الجسـم بسـهولة أكثر بسبب حجمهـا. وتسـتخدم جسـيمات نانويَّـة ذات خصائـص مضـادَّة للجراثيـم في بعض المعـدَّات في المستشـفيّات، كما تستخدم الجسيمات النّانويَّة المغناطيسيّة لتشخيص الحالات المرضيَّة وتَجَنُّب مخاطر الجراحة. وتجري حالياً بحوث في هندسة الأنسجة واستبدال أعضاء الجسم.



الرُّوبوتات النَّانويّة Nanorobotics - استخدام تقنيَّة النَّانو في مجال العلوم الطِّبِّيَّة



- أنَّ تكنولوجيا النَّانو تُستَخدم في العديد من منتجات التّجميل مثل واقيات الشَّمس ومستحضرات التّجميل؟

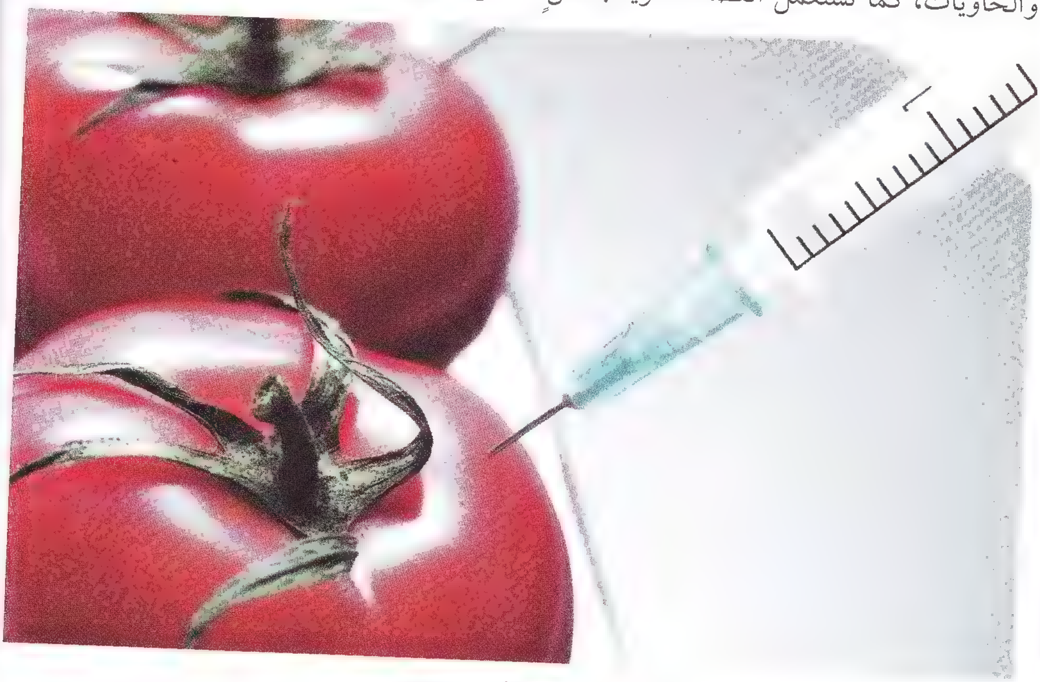
في الصَّيدلة Pharmacy

إنَّ العديد من المنتجات المتوفِّرة في الصَّيدليات تُستخدم فيها التّكنولوجيا النّانويّة. وتحتوي بعض واقيات الشَّمس على جزيئات مُصَمّمة لجعلها واضحةً وناصعةً.

وتحتوي شفرات الحلاقة المسمَّاة ويلكنسون على غلافٍ نانويٍّ كربونيٍّ، وتقول الشَّركة المصنّعة أنَّه يمكن الحفاظ على هذه الشَّفرات الحادَّة لفترةٍ أطول. كما تحتوي بعض مستحضرات تنعيم الشَّعر على مكوِّناتٍ ماسيّةٍ نانويَّةٍ Nanodiamond للحد من الاحتكاك، أو على طلاء الفضّة النَّانويّة لمنع انتشار البكتيريا.

في الغذاء Food

تستخدم التكنولوجيا النَّانويَّة في مجال صناعة الأغذية بشكلٍ خاصٍّ في المكمِّلات الغذائيّة. وتقدِّم تكنولوجيا النَّانو بعض الفوائد المحتملة المؤثِّرة في جودة وسلامة الأطعمة لدينا. وتدَّعي الشَّركات المُصَنِّعة أنَّ الجزيئات النَّانويَّة يُمكن استيعابها بسرعةٍ وسهولة أكبر في الجسم، وذلك بسبب حجمها. وتُسْتَخْدَمُ التّكنولوجيا النَّانوية أيضاً في تغليف بعض المواد الغذائيّة والحاويات، كما تُستعمل الفضّة النَّانويّة بشكلٍ خاصٍّ بسبب خصائصها المضادَّة للبكتيريا.



تكنولوجيا النَّانو في الغذاء

في خلايا الوقود Fuel Cells

يتمُّ استخدام تكنولوجيا النَّانو للحدِّ من تكلفة المـواد المحفـزة Catalysts المسـتخدمة في خلايا الوقـود لإنتاج أيونات الهيدروجين من الوقـود مثل الميثانول Methanol، وتحسـين كفاءة الأغشـية المسـتخدمة في خلايا الوقود لفصـل أيونـات الهيدروجيـن عـن الغـازات الأخرى مثل الأوكسيجين.

في البطَّاريَّات والخلايا الشَّمسيَّة

Batteries & Solar Cells

تقـوم الشَّـركات حاليّاً بتطويـر البطَّاريـات باسـتخدام المـواد النَّانويَّـة. ويمكـن إعـادة شـحن البطاريَّات أسـرع بكثيرٍ من البطاريَّات التَّقليديَّة. كما طوَّرت شـركات خلايا شمسيّة نانويَّـة يُمكن تصنيعهـا بتكلفةٍ أقـلّ بكثيرٍ من الخلايا الشَّمسيَّة التَّقليديَّة.

في الفضاء Space

باسـتطاعة تكنولوجيـا النَّانـو جعـل رحـلات الفضـاء أكثـر عَمَلِيَّـةٍ وسـهولةٍ. فالتَّقـدُّم فـي تصنيع المواد النَّانويَّة جعل الأشرعة الشَّمسيَّة خفيفـة الـوزن، وجعل صنع حبلٍ لمصعـدٍ فضائيٍّ ممكناً. وعـن طريق تقليلٍ كمِّيَّـة الوقود اللاّزم للصَّواريـخ، ويُمكن تخفيض تكلفة الوصول إلى المدار والسَّـفر فـي الفضاء. بالإضافة إلى ذلك، ويمكـن للمـواد المركّبة إلـى جانب أجهزة الاستشـعار النَّانويَّـة والرُّوبوتات الدَّقيقة تحسـين أداء سفن الفضاء، وسترات الفضاء، والمعدّات المستخدمة لاستكشاف الكواكب والأقمار، ممّا يجعل تكنولوجيا النّانو جزءاً هاماً من «استكشاف الفضاء».



تعرَّف إلى

ريتشارد إيريت سمالي

Richard Errett Smalley

كان ريتشارد إيريت سمالي مع نورمان هاكرمان من أساتذة علم الكيمياء الحديث، وقد عرف سمالي جيّداً لاشتراكه مع هاكرمان في اكتشاف كرة بوكي الجزيئيّة المكوَّنة من الكربون. وكان ريتشارد إيريت سمالي من أبرز المؤيّدين لتكنولوجيا النّانو وتطبيقاتها الكثيرة، بما في ذلك استخدامها في خلق موادٍ قويَّةٍ خفيفةِ الوزن، فضلاً عن قُدرتها على محاربة السَّرطان.



لهواءٍ ذي جودة أفضل Better Air Quality

يمكـن لتكنولوجـيـا النَّانو تحسـين أداء المـواد المحفّـزة Catalysts المسـتخدمة لتحويل الأبخرة الصَّاعدة من السَّيَّارات أو المصانع إلى غازات غير ضارَّةٍ. وذلك بفضل المواد المحفِّزة المصنوعة



استخدام تقنيّة النّانو في معالجة المياه

من الجُسَيمات النّانويّة التي تملك مساحةً أكبر للتّفاعل مع المواد الكيميائيّة، أكثر من المواد المحفّزة المصنوعة من الجُسَيمات الأكبر حجماً. وكلّما كانت المساحة أكبر كلّما سمح ذلك للمحفّز بالتّفاعل مع المزيد من المواد الكيميائيّة في وقتٍ واحدٍ، ممّا يجعل المحفز أكثر فعاليةً.

لمياه أنظف Cleaner Water

يتمُّ استخدامُ تكنولوجيا النّانو لوضع حلولٍ لمشاكلٍ مختلفةٍ تتعلّق بنوعيّة المياه. ويُمكن لتكنولوجيا النّانو أنَّ تستخدم بنجاح للوصول إلى الملوّثات المنتشرة في أحواضٍ تحت الأرض، وبتكلفةٍ أقلّ بكثيرٍ من الطُّرق التي تتطلّب ضخّ المياه من الأرض للمعالجة.



- أنَّ الجُسيمات النّانويّة تُصنَّف على أنّها جُسيمات ذات حجمٍ أقل من 100 نانومتر؟

في المجسّات الكيميائيّة Chemical Sensors

يمكن استخدام تكنولوجيا النّانو لتمكين أجهزة الاستشعار من الكشف عن كَمّيّاتٍ صغيرةٍ جداً من الأبخرة الكيميائيّة. كما يُمكن الكشف عن أنواعٍ مختلفةٍ من العناصر، مثل أنابيب الكربون النّانويّة، أسلاك أكسيد الزّنك النّانويّة أو البلاديوم. كما يُمكن استخدامها في أجهزة الاستشعار القائمة على تكنولوجيا النّانو. وبسبب صغر حجم

الأنابيب النّانويّة والأسلاك النّانويّة، وبالتالي الجزيئات النّانويّة، فإنَّ عدداً قليلاً من جزيئات الغاز تكفي لتغيير الخواص الكهربائيّة لعناصر أجهزة الاستشعار عن بُعْد.

في السِّلع الرِّياضيَّة Sporting Goods

تشمل تطبيقات تكنولوجيا النّانو في المجال الرّياضي زيادةً قوّة مضارب التّنس، ملء أي عيوبٍ في مواد الأدوات الرِّياضيّة، والحدُّ من مُعَدَّل تَسَرُّب الهواء من كرّات التّنس. وبمساعدة الجسيمات النّانويّة تمّ تصميم إطارات للدّراجات الهوائية أكثر قوّةً وأخفُّ وزناً، كما تمَّ تصميم لباس بحر باستخدام هذه التّكنولوجيا يسمح للسَّبّاحين بالتَّحرُّك بسرعةٍ أكبر في الماء.

في القماش Fabric

إنَّ صنع النَّسيج المركّب مع جزيئات نانويّة الحجم أو ألياف يسمح بتحسين خصائص النَّسيج دون زيادةٍ كبيرةٍ في الوزن أو السَّماكة أو الصَّلابة، كما هو الحال مع التّقنيّات المستخدمة سابقاً. ولكن إحدى المشاكل الرئيسة في تحديد هويّة المركّب هو أنَّه لا توجد قواعد لتحديد متى يمكن للشّركات أو ينبغي عليها أن تذكر ذلك على عبواتها.

في التِّكنولوجيا والأجهزة المنزليّة
Technology and home appliances

إنَّ الكثير من الهواتف المحمولة وأجهزة الكمبيوتر تتطلّب استخدام التّكنولوجيا النّانويّة. وإحدى هذه الاستخدامات الأكثر شيوعاً هي أنَّ لوحة مفاتيح الكمبيوتر المحمول تمَّ تغليفها بالفضّة النّانويّة لمنع انتشار البكتيريا. كما أنَّ شاشات عرض التّلفاز والكمبيوتر ويمكن أن تُعزَّز بأنابيب الكربون النّانويّة، وتقول بعض الشّركات: إنَّ التّكنولوجيا النّانويّة يمكنها أن تطيل عمر البطّاريّة في المنزل، ويمكن للسّيراميك (الخزف) النّانويّ Nanoceramics أن يُساعد على تقليل الاحتكاك على الأسطح، وهو يستخدم في أدوات مثل المقالي والمكاوي غير اللّاصقة.



استخدام تقنيّة النّانو في مجال التّكنولوجيا

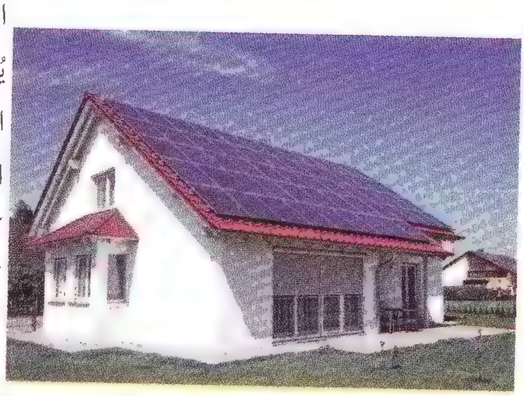
طاقة تكنولوجيا النّانو



بطّارية فائقة الرّقة

يتـمُّ استـخدام تكنولوجيـا النّانـو فـي العديـد من التَّطبيقات لتحسـين كفاءة توليـد الطّاقة أو لتطوير أسـاليب جديـدة لتوليـد الطّاقـة. وهنالـك بعـض الطُّرق المهمّة التي اكتشـفت باستخدام تكنولوجيا النَّانـو لإنتاج طاقةٍ أكثر كفاءة وذات كلفةٍ مناسـبةٍ، ومنها:

توليد البخار من أشعّة الشَّمس Generating Steam From Sunlight: أثبت الباحثون أنَّ ضوء الشّمس، الذي يحتوي على جُسيماتٍ نانويَّةٍ مُرَكَّزةٍ، يُمكنه أن يُنتج بخاراً يحمل طاقةً عاليةَ الكفاءة. ويُصَمّم «جهاز البخار الشَّمسي Solar Steam Device» هذا بهدف استخدامه في مناطق البلدان النّامية التي تعيش دون كهرباء في تطبيقات الحياة اليوميّة مثل تنقية المياه، أو تعقيم أدوات الأسنان وغيرها.



الخلايا الشّمسيّة النّانوتكنولوجيّة

إنتاج مصابيح كهربائيَّة ذات كفاءةٍ عاليةٍ Producing High Efficiency Light Bulbs:



آلية مصنّعة للإنسان تعمل بالطّاقة، يُستفاد من التكنولوجيا النّانويّة في صنع هيكلها الخارجيّ

تُستخدم مادة البوليمير Polymer التي تمَّت هندستها نانويّاً في نمطٍ جديدٍ من المصابيح الكهربائيّة ذات الكفاءة العالية. وهذه المصابيح تُنتج الضّوء الأبيض المماثل لأشعَّة الشَّمس، ويُمكن تصنيعها بأشكالٍ متعدِّدةٍ. والمصابيح الجديدة لديها ميّزةٌ كونها صعبة الكسر وقويَّةٌ على عكس المصابيح الفلوريّة المدمجة ضعيفة الكفاءة.

زيادة الكهرباء التي تولِّدها الطّواحين الهوائيَّة Increasing the Electricity Generated By Windmills: يتـمُّ استـخدام الإيبوكسي Epoxy (وهي مادّةٌ كيمائيَّةٌ تعتبر أحد أنـواع اللّدائـن الصُّلبـة) التـي تحتـوي على أنابيـب الكربون النَّانويّـة لتصنيـع شـفرات الطّاحونـة. وتكون هذه الشَّـفرات مصنوعـةً بخصائـص أقـوى وأقلّ وزنـاً، ويُمكن عـن طريق



البطاريات المصنّعة على أساس تكنولوجيا النَّانو متقدِّمة جداً

استخدام هذه الأنابيب المملوءة بالإيبوكسي زيادة كمِّيَّة الكهرباء التي تولّدها كّل طاحونةٍ.

توليد الكهرباء من حرارة النِّفايات

Generating Electricity from Waste Heat:

استخدم الباحثون ورقةً من الأنابيب النَّانومتريَّة لبناء خلايا حراريَّة Thermocells تُوَلِّد الكهرباء عندما يكون جانبي الخليَّة عند درجات حرارةٍ مختلفةٍ.

ويمكن لهذه الأوراق أن تُلَفَّ حول أنابيب ساخنةٍ، مثل ماسورة عادم السَّيَّارة Exhaust Pipe، لتوليد الكهرباء من الحرارة التي عادةً ما تذهب هدراً.



مادة البوليمير المهندسة نانويّاً



تَعَرّف إلى

هاينريخ روهرر

Heinrich Rohrer

هاينريخ روهرر: عالمٌ فيزيائيٌّ سويسريٌّ اشتهر بحصوله على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1986، وقد حازها لاختراعه مجاهر المسح النَّفقيّ، وهو اختراعٌ مهمٌّ لتقنية النَّانو وللتّلسكوب المستخدم في علم الفلك.



تخزين الهيدروجين لخلايا وقود السَّيَّارات التي تعمل بالطَّاقة

Storing Hydrogen for Fuel Cell Powered Cars:

أعدَّ الباحثون طبقات الغرافين Graphene لزيادة طاقة الهيدروجين على سطح خزَّان الوقود المصنوع من الغرافين، ممّا يُؤَدِّي إلى تخزين كَمِّيَةٍ أكبر من الهيدروجين وبالتَّالي يُصبح خزَّان الوقود أقلَّ وزناً.

تكنولوجيا النّانو في البيئة



استخدام تقنيّة النّانو في رصد التّلوُّث

تقدّم تكنولوجيا النّانو بعض الاختراعات المثيرة حقّاً في التّقنيّات الصّديقة للبيئة. وليس هناك شكٌّ في أنّ الضّغوط التي يضعها الإنسان على كوكب الأرض تقود إلى عواقب كارثيّةٍ محتملة.

تعوّد النّاس في العالم المتقدّم على استخدام السّيّارات للذّهاب إلى المحلاّت التّجاريّة، أو تمضية رحلات عطلة نهاية الأسبوع، وفي بعض الأحيان بات السّفر جوّاً في رحلاتٍ إلى أماكن بعيدة أمراً شائعاً. وقديماً كان كوكب الأرض بإمكانه استيعاب تجاوزاتنا، ومع التّدمير المستمرّ للغابات المسؤولة عن امتصاص 25 ٪ من انبعاثات الكربون، وتجاوز عدد سكان العالم إلى أكثر من سبعة مليارات نسمة، ظهرت على الأرض علامات عدم القدرة على استعادة لياقتها بسبب مُتَطَلّبات الإنسان الملقاة على عاتقها.

الحفاظ على الكوكب Preserving the Planet



تعتبر زيوت الوقود الأحفوري المستخدمة في حياتنا اليوميّة هي المسؤولة عن 44 ٪ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون سنوياً. والخبر السّار هو أنّ طاقة أشعّة الشّمس كافيةً لتلبية احتياجاتنا أكثر من هذه الزّيوت بعشرة آلاف مرّة. وهناك أجهزة تجميع للطّاقة الشّمسيّة أكثر كفاءةً وأقل تكلفةً لا تزال في مرحلة التّطوير باستخدام تكنولوجيا النّانو. ويمكن نشر هذه الأجهزة على شكل وحداتٍ صغيرةٍ في بيوتنا، وهي تعمل بشكلٍ جيّدٍ لا سيما في الضّوء المنتشر Diffuse Light، لذلك فهي تناسب حتى أقل المناخات تعرضاً للشّمس. وهذا من شأنه أن يفيد ليس فقط في تعقيم الأرض الثّمينة والحدّ من تقلّص موارد المواد الغذائيّة، بل هو أيضاً مفيدٌ في تحسين نوعيّة حياة الكثير من النّاس، وخاصةً في مجال الإسكان، في أكثر الأماكن فقراً في العالم والأقلّ نمواً.

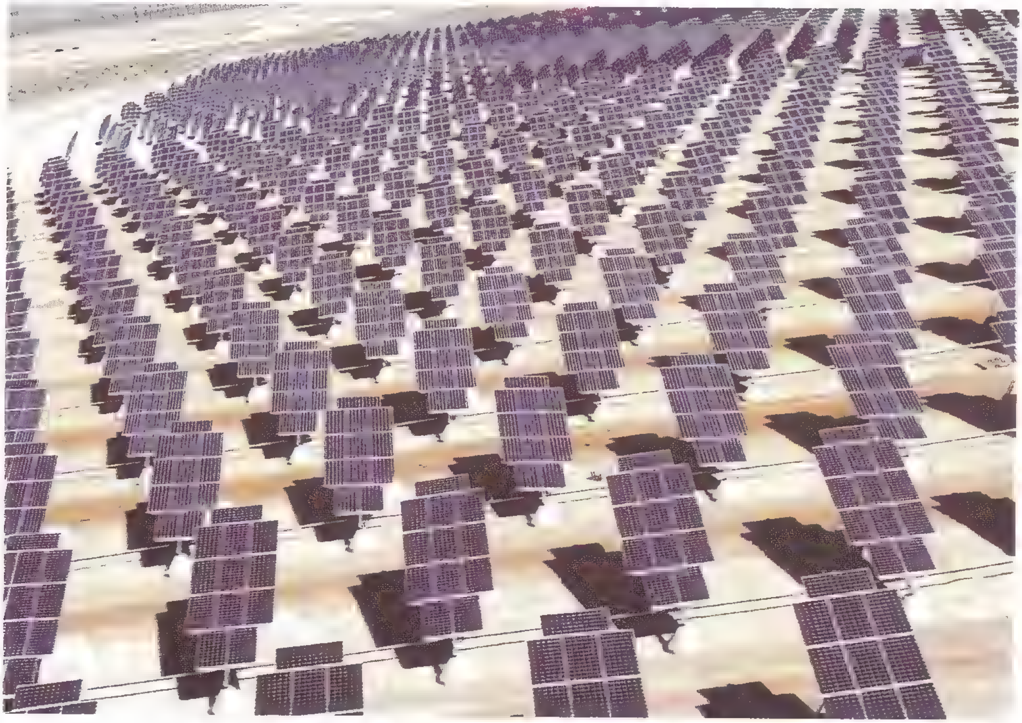
- أنّ تكنولوجيا النّانو هي مستقبلٌ ليس للعلم فقط بل للأعمال أيضاً، وذلك بسبب إمكانية تطبيقها في جميع مجالات الحياة اليوميّة؟

تخزين الطَّاقة Energy Storage

نحتاج اليوم ليس فقط إلى طرقٍ جديدةٍ لتوليد الطَّاقة، بل أيضاً إلى وسائل أفضل لتخزينه. وتُؤدِّي تكنولوجيا النّانو إلى تحسين البطاريَّات الصَّديقة للبيئة والمكثَّفات الفائقة Super Capacitors. ونحن بحاجة أيضاً للحدِّ من الأضرار التي تلحق بالبيئة، وعلى وجه الخصوص من تلك المواد ذات السّمّيّة العالية، والمواد الكيميائيَّة التي نستخدمها كمذيبات Solvents. وتُؤدي تكنولوجيا النَّانو إلى القضاء عليها من خلال تطوير الأغلفة النَّانويَة Nanocoatings الحديثة والأسطح المصنَّعة على أساس النَّانو التي يمكنها صدّ الأوساخ وغيرها من الملوَّثات بفعاليةٍ كبيرةٍ.

المراقبة Monitoring

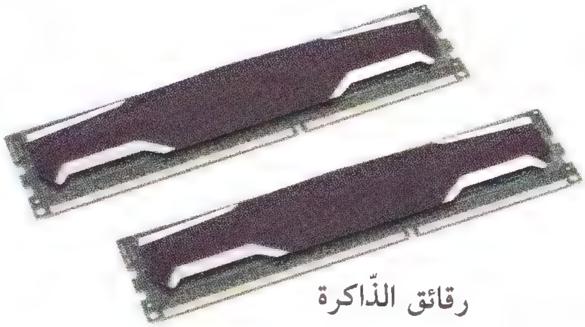
عملاً بالقول المأثور القديم: (إذا لم يكن باستطاعتك قياسه لا يمكنك السّيطرة عليه). إنَّ السّرعة والدِّقّة في رصد التّلوُّث في الأماكن أمرٌ ضروريٌّ. ويجري تطوير أجهزة استشعار نانويّة Nanosensors رخيصةٌ جديدةٌ من التَّقنيات المستخدمة في الطِّبِّ، ومن شأنها أنَّها تمكِّننا من القيام بكشف الملوّثات بسرعةٍ وفعاليّةٍ، وبشكلٍ مناسبٍ من حيث التّكلفة.



تكنولوجيا النَّانو المستخدمة في تجميع الطَّاقة الشَّمسيَّة

تكنولوجيا النّانو والإلكترونيّات

تحمل الإلكترونيّات النّانويّة بعض الإجابات عن الكيفيّة التي يُمكن من خلالها زيادة قُدرات الأجهزة الإلكترونيّة في الوقت الذي نعمل فيه على تخفيض وزنها واستهلاكها للطّاقة. وعندما نقوم بتطوير شاشات عرض الأجهزة الإلكترونيّة، فإنَّ هذا يستلزم خفض استهلاك الطّاقة وبالتّالي خفض الوزن وسماكة الشّاشات. ولتحقيق ذلك لا بدَّ من زيادة كثافة رقائق الذاكرة Memory Chips. ولقد قام الباحثون بتطوير نوعٍ من رقاقات الذّاكرة ذات كثافةٍ واحد تيرابايت من الذّاكرة لكلّ بوصةٍ مربّعةٍ أو أكبر. وبتقليص حجم الترانزستورات المستخدمة في الدّوائر المتكاملة، يرى الباحثون أنّه قد يكون من الممكن (وضع قوّة كلّ أجهزة الكمبيوتر الحاليّة بين يديك).



رقائق الذّاكرة

ولقد وصلت بالفعل تكنولوجيا النّانو اليوم في صناعة الإلكترونيّات إلى ميّزات Features في معالِجات الكمبيوتر Microprocessors ذات أحجام أقل من 100 نانومتر. ويستخدم معالج بريسكوت Prescott المصنّع من قبل شركة إنتل Intel ميّزات يبلغ حجمها 90 نانومتر. وتسمح الأحجام الأصغر بميّزات معالَجةٍ أسرع، وتعني المزيد من قوّة المعالجة موجودة في منطقةٍ محدَّدةٍ. ومع ذلك، فإنَّ هذه التّطوُّرات في الواقع ليست سوى استمرارٌ للإلكترونيّات الدّقيقة القائمة، وسوف تصل إلى أقصى حدودها في وقتٍ ما في نهاية العقد الحالي (2018 أو نحو ذلك) عندما سيصبح من المستحيل فيزيائياً «كتابة» أو «حفر» ميّزات أصغر في السّيليكون، وكذلك لأنّه عند الأحجام الصّغيرة للغاية (أقل من 20 نانومتر) يصبح السّيليكون متسرِّباً كهربائيّاً Leaky يتسبّب بتكوين الدوّائر القصيرة، وتقدُّم إلكترونيات النّانو من ناحيةٍ أخرى بطريقةٍ جديدةٍ لصناعة الإلكترونيات على شكل موادٍ دائريّةٍ جديدةٍ New Circuit Materials ومعالِجات Processors، ومخزّنات معلومات Information Storage، وحتى الطُّرق الجديدة لنقل المعلومات مثل الإلكترونيات الضّوئيّة.



هل تعلم؟

- أنَّ الترانزستورات النّانويّة التي تُعتبر أسرع وأكثر قوّة وذات فعاليّةٍ وطاقةٍ متزايدةٍ ستصبح قريباً موجودةً داخل ذاكرة الكمبيوتر الخاص بك، وتكون كامل الذّاكرة مخزنة على شريحةٍ صغيرةٍ واحدةٍ؟

تكنولوجيا النَّانو في الإلكترونيَّات وأجهزة الكمبيوتر Nanotechnology for Electronics Computers

إنَّ أجهـزة الكمبيوتر والصِّناعـات المتعلِّقة بها أصبحت متطـوِّرة، وقد خَطَت خطـوةً عملاقةً أخرى مع تطبيق تكنولوجيا النانو.

تعطـي تكنولوجيـا النّانـو مجـالاً لتطويـر أفـكار جديدة وأساليب تشغيل المعالِجات بسرعةٍ فائقةٍ، وكذلك تخزين البيانات والكثير من التَّحسـينات الحاسوبيَّة الأخرى. كما تسمح بابتكار تطبيقاتٍ جديـدةٍ تتطلَّـب المزيـد مـن قـوَّة المعالجـة، أو حجماً أصغر، أو استهلاكاً أقل للطّاقة.

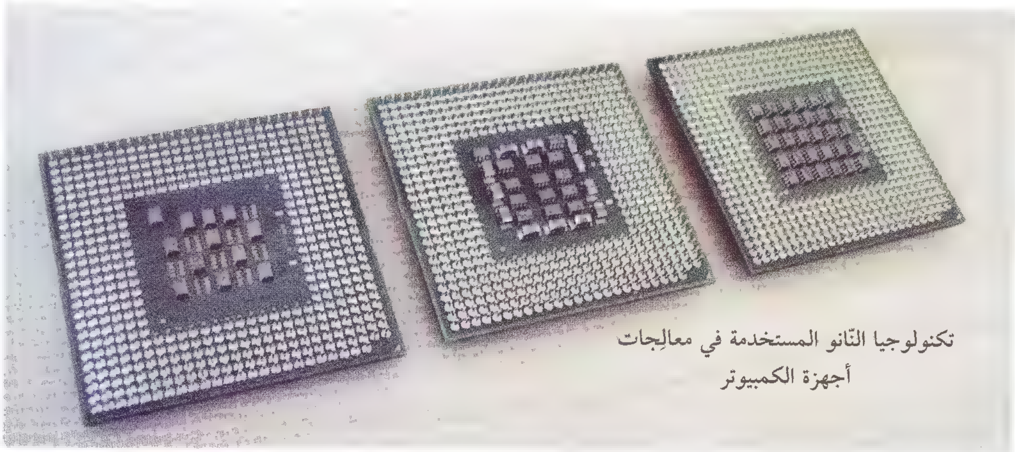
إنَّ الأسـلوب الحالي لحفر مكوِّنات أصغر في القطع الإلكترونيَّة وصلت تقريباً للحدِّ الأقصى لهـا؛ ولن يكون بمقدورنا إنتاج الدِّقَّة أكثر ممّا اسـتطعنا التَّوصُّل إليه. وعند الأحجام الصَّغيرة فـي المكوّنـات القائمة على السِّـيليكون يكون الحفـر أكثـر عرضةً للفشـل. وهنـا يكمن دور تكنولوجيا النَّانو، ويأتي دور أسلوب الحفر أو البناء من أسفلٍ إلى أعلى Bottom Up Building Approach.

تعرَّف إلى

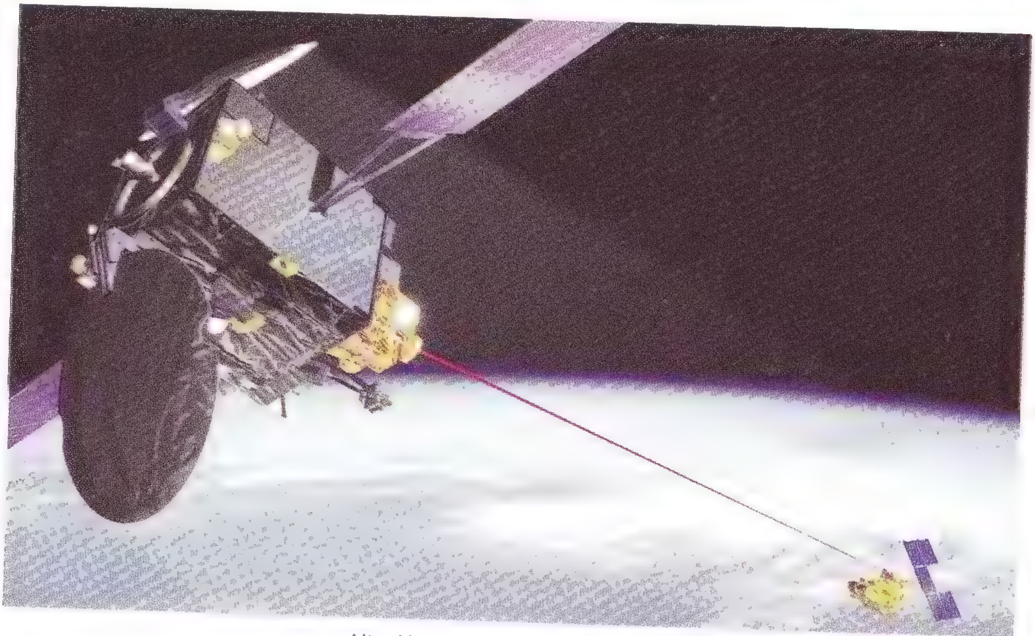
سوميو إيجيما
Sumio Iijima

سوميو إيجيما: هو فيزيائيٌّ يابانيٌّ، اشتهر باختراعه أنابيب الكربون النَّانويَّة. وعلى الرّغم من أن أنابيب الكربون النَّانويَّة كان قد تمَّ الحديث عنها قبل كتابه «اختراع»، فقد ولّدت في عام 1991 أطروحة إيجيما اهتماماً غير مسبوقٍ ببنية النَّانو الكربونيَّة، ومنذ ذلك الحين تكثَّفت البحوث في مجال تكنولوجيا النّانو.





تكنولوجيا النّانو المستخدمة في معالِجات أجهزة الكمبيوتر



تكنولوجيا النّانو المستخدمة في الاتصالات

الاتّصالات السّلكيّة واللاّسلكيّة والأجهزة المحمولة

Telecommunications and Handheld Devices

ينحو النّاس في الحياة اليوميّة الحديثة نحواً جديداً يُسمّى: العمل أثناء التّحرُّك Working on the Move، وهو ما يعني أخذ الكمبيوتر المحمول الخاص بهم، والهاتف، وغيرهما من المعدّات الإلكترونيّة إلى كلّ مكانٍ يذهبون إليه. وهناك حاجةٌ إلى الجمع بين جميع هذه الوظائف في جهازٍ واحدٍ بحيث يمكن للنّاس التّواصل مع الزُّملاء والعملاء، في حين يحتاجون بشكلٍ مستمرٍّ للوصول إلى الملفّات الخاصّة بهم بغضّ النّظر عن موقعهم. ويمكن لتكنولوجيا النّانو أن تقدّم ذلك من خلال تحسين براعة نقل البيانات بشكلٍ أسرع وأكثر قوّة، والمعالجة النّقّالة وتخزين البيانات الكبيرة.

البصريّات Optics

يمكن لمجال الإلكترونيّات في تكنولوجيا النّانو أن يُحْدِث فرقاً كبيراً في البصريّات؛ خاصّةً في مجال العرض Display والإضاءة Lighting. صحيح أنَّ شاشات العرض أصبحت أخفّ وزناً وأكثر إضاءةً وبمعايير أعلى في السّنوات الأخيرة، ولكن حدود التّكنولوجيا الحاليّة يجري الوصول إليها بسرعةٍ. لا تزال شاشات العرض غير محمولة Portable بشكلٍ جيّدٍ، وعادةً ما تأخذ مكاناً واسعاً. ولكن لو وُجِدَت شاشةٌ بلّوريّةٌ واضحةٌ تماماً يُمكن ثَنيها أو طَيّها لتحفظ بعيداً عندما لا تكون قيد الاستعمال فإنَّ ذلك سيكون أفضل، أو مصباحٌ ضوئيٌّ لا يهدر الطّاقة ويحفظ الكمّيّات الهائلة من المال المستخدم، فالمصابيح التّقليديّة تهدر حوالى 90% من الكهرباء المستخدمة من خلال تحويلها إلى حرارة.

تكنولوجيا النّانو في المجال الطِّبِّي

تكنولوجيا النّانو للتّطبيقات الطِّبِّيّة

Nanotechnologies for Medical Applications



العقاقير النّانويّة أدويةٌ ذكيّةٌ تستند إلى تكنولوجيا النّانو

كانت العلاجات الطِّبِّيّة في الماضي نتيجةً لاعتماد التّقنيّات الطِّبِّيّة التي استخدمت، ونبذ تلك التي لم تكن ذات فعاليّةٍ. أمّا اليوم، فالتّطوُّر في معرفة كيفيّة عمل وظائف الجسم على المستوى الخلويّ أدّى إلى ابتكار العديد من التّقنيّات الطِّبِّيّة الجديدة الأفضل.

إنَّ التّطوُّرات النّانوتكنولوجية الطِّبِّيّة خلال السّنوات المُقبلة سوف يكون لها الاستخدامات الواسعة ويُمكنها أن تُنقذ عدداً كبيراً من الأرواح. وتنتقل تكنولوجيا النّانو بالفِعل من كونها تستخدم في التّركيبات المجهولة إلى الاستخدام في التّركيبات الفعليّة النّشطة، من خلال علاجات الأدوية الأكثر تطوُّراً أو ما يعرف بـ «العقاقير الذّكيّة Smart Drugs». وقد أنتجت بالفعل هذه العلاجات دواءً جديداً يتسبَّب في آثارٍ جانبيّةٍ أقل، ويكون أكثر فعاليّةً من العلاجات التّقليديّة. وفي المستقبل، تساعد تكنولوجيا النّانو أيضاً في تشكيل النُّظم الجزيئيّة Molecular Systems التي قد تكون مشابهة بشكلٍ لافتٍ للمنظومات الحيّة Living Systems. وهذه الهياكل الجزيئيّة يُمكنها أن تكون أساساً لتجديد أو استبدال أعضاء الجسم التي يتمُّ فقدانها بسبب الإصابة أو الحوادث أو المرض. وهذه التّوقُّعات المستقبليّة لها أهمّيّةٌ كبيرةٌ ليس فقط في تشجيع أبحاث تكنولوجيا النّانو وتطويرها، ولكن أيضاً في تحديد وسائل الرّقابة الطِّبِّيّة.

إنَّ عدد المنتجات الموافق عليها من قِبَلِ إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية FDA تزداد مع الوقت ومع كلِّ تطوّرٍ يظهر في تطبيقات التّكنولوجيا النّانويّة في هذا المجال.



- أنّه يمكن برمجة الرُّوبوتات النّانويّة لإصلاح خلايا مريضة مُحَدَّدة، وهي تعمل بطريقةٍ مُماثلةٍ للأجسام المضادّة في عمليّات المعالجة الطّبيعية؟

الطِّبُّ النَّانويّ Nanomedicine

إنّ استخدام تكنولوجيا النّانو في الطِّبِّ يُقَدِّم بعض الإمكانيَّات المثيرة. فبعض التِّقنيَّات النَّانويَّة لا تزال خياليَّةً وبعضها في مراحل مختلفة من التَّجارب، والبعض الآخر في الواقع يُستخدم اليوم. وتستند تكنولوجيا النّانو في الطِّبّ على التَّطبيقات النَّانويَّة قيد التَّطوير حاليّاً، فضلاً عن البحوث البعيدة المدى التي تتطلّب استخدام الرُّوبوتات الدَّقيقة المصنَّعة لإجراء بعض المعالجات على المستوى الخلويّ، وهو ما يُطلق عليه اسم الطِّبّ النّانويّ.



الجزيئات النَّانويَّة المستخدمة في نقل الأدوية

نقل الأدوية Drug Delivery

هنالك تطبيقٌ مثيرٌ لتكنولوجيا النّانو في الطِّبِّ يجري تطويره حاليّاً، وهو يستند إلى استخدام الجسيمات النَّانويَّة لنقل الأدوية والحرارة والضَّوء وغيرها من المواد إلى أنواعٍ معيَّنةٍ من الخلايا (مثل الخلايا السَّرطانيَّة). صمّمت جزيئات نانويّة كي تنجذب إلى الخلايا المريضة، وتسمح بالمعالجة المباشرة لتلك الخلايا. وهذا الأسلوب يُقَلِّل من الأضرار التي تلحق بالخلايا السَّليمة في الجسم ويسمح بالكشف المبكِّر عن المرض. ويقوم الباحثون أيضاً بتطوير جُسيمات نانويَّةٍ متناهيةٍ الصّغر لهزيمة الفيروسات، وهذه الجُسيمات النانويَّة لا تقوم بتدمير جزيئات الفيروسات، ولكنها تنقل الأنزيم الذي يمنع تكاثر جزيئات الفيروسات في مجرى دم المرضى. ويعكف باحثون آخرون على تطوير جزيئات نانويَّة يمكنها نقل الأدوية عبر حاجز الدِّماغ Brain Barrier لمعالجة الاضطرابات العصبيَّة. كما يقوم الباحثون بتطوير طريقة لزيادة الاستجابة المناعيَّة النَّاتجة عن اللِّقاحات Vaccines عن طريق ربط جُزيئات اللِّقاح بالبنية النَّانويَّة للحمض النَّووي DNA Nanostructure الذي ينقل جُزيئات اللِّقاح إلى الخلايا المحدَّدة التي تعتبر مفتاحاً في دفع خلايا الدَّم البيضاء إلى الاستجابة المناعية Immune Response.

تكنولوجيا النّانو في نقل الأدوية Nanotechnology in Drug Delivery

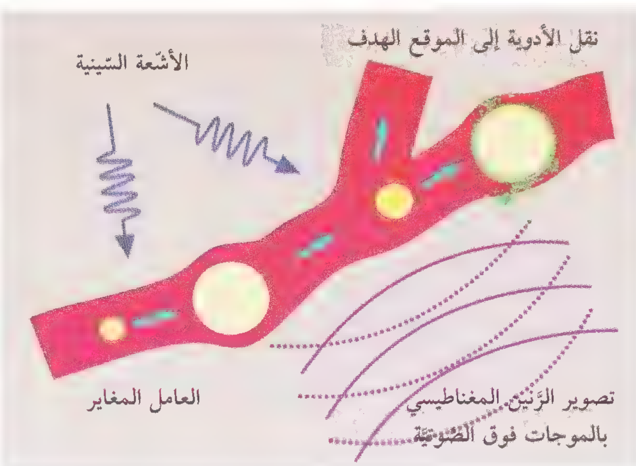
تقنيّات العلاج Therapy Techniques

أثبت الباحثون وجود طريقةٍ لتوليد موجاتٍ صوتيّةٍ قويّةٍ ولكنّها أيضاً مركّزةٌ بشكلٍ كبيرٍ، ويمكن استخدامها في إجراء عمليّةٍ جراحيّةٍ. وقد قاموا باستخدام عدسةٍ مغلّفةٍ بأنابيب الكربون النّانويّة لتحويل ضوء اللّيزر إلى موجاتٍ صوتيّةٍ مركّزةٍ. والهدف من ذلك هو تطوير طريقةٍ تؤدّي إلى انفجار الأورام أو أي مناطق أخرى مريضة دون الإضرار بالأنسجة السّليمة.

ويقوم الباحثون كذلك بالتّحقيق في استخدام الجسيمات النّانويّة المسمّاة بزموت Bismuth لتركيز الإشعاع المستخدم في العلاج الإشعاعي من أجل علاج الأورام السّرطانيّة. ويجري تطوير العلاج الحراريّ لتدمير أورام سرطان الثّدي. وفي طريقة العلاج هذه تقوم الأجسام المضادّة Antibodies التي تنجذب بشدّةٍ إلى البروتينات المنتجة في خلايا سرطان الثّدي بالتّعلّق على الأنابيب النّانومتريّة، ممّا يُسبّب في تراكم الأنابيب النّانويّة في الورم. ويتمُّ امتصاص الأشعّة تحت الحمراء من اللّيزر بواسطة الأنابيب النّانومتريّة فتنتج حرارة تحرق الورم. كما يمكن لألياف النّانو Nanofibers تحفيز إنتاج الغضروف في المفاصل التّالفة.

تقنيات التّشخيص Diagnostic Techniques

يطوّر باحثون جسيمات متناهية الصّغر تهدف إلى الكشف المبكّر جدّاً عن الأورام السّرطانيّة. وعندما تتعلّق الجزيئات النّانويّة في الأورام السّرطانيّة فإنّها تتصرّف «كالمؤشّرات الحيويّة Biomarkers»، وهي جُزيئات تسمّى الببتيدات Peptides. والفكرة هي أنّ كلّ جسيمٍ نانويٍّ متناهي الصّغر يحمل العديد من الببتيدات، وإذا كانت نسبة هذه المؤشرات الحيويّة عالية، وهو ما يحدث في المراحل المبكّرة جداً من السّرطان، فإنّ هذا يُتيح إمكانية الكشف المبكّر عن المرض. كما تجري أبحاث لاختبار الكشف المبكّر عن الفشل الكلويّ، ويستخدم أسلوب قضبان الذّهب النّانويّة Nanorods Gold التي تكون وظيفتها التّعلّق بالبروتين النّاتج عن الكلى التّالفة. وعندما يتراكم البروتين على القضيب



نظام تقديم الأدوية القائمة على تكنولوجيا النانو

النَّانويّ يتحوَّل لونه. ويتمُّ تصميم هذا الاختبار لكي يجري بسرعةٍ وبتكلفةٍ زهيدةٍ للكشف المبكّر عن أيِّ مشكلةٍ.



- أنَّ الأجهزة النَّانوية الطِّبِّيَّة يمكنها تقوية نظام المناعة من خلال إيجاد وتعطيل البكتيريا غير المرغوب فيها والفيروسات.

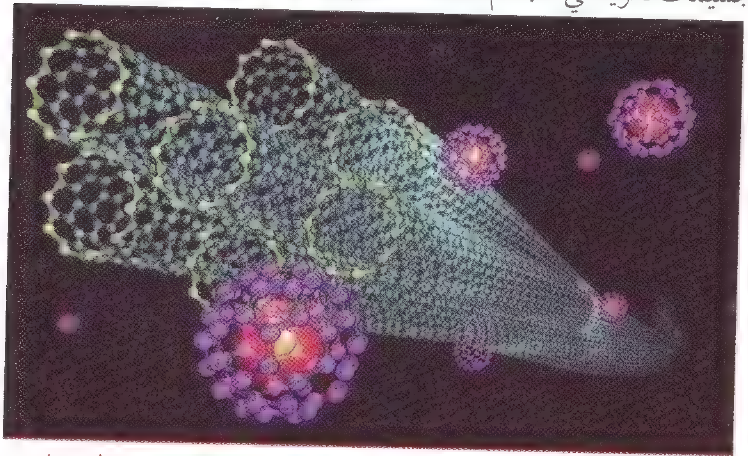
تقنيَّات مُكافحة الجراثيم Anti-Microbial Techniques

هناك واحدةٌ من أقدم التَّطبيقات النَّانويَّة في الطِّبِّ وهي استخدام البلُّورات النَّانويَّة للفضَّة، والتي تُعتبر بمثابة عاملٍ مضادٍ للميكروبات من أجل علاج الجروح. وقد صُنِعَ من هذه المواد مستحضرٌ طبِّيّ Cream مكوَّنٌ من جُسيمات نانويَّة متناهية الصِّغر لمكافحة عدوى الكريات العنقوديَّة Staph. وتحتوي هذه الجسيمات النَّانويَّة على غاز أكسيد النّيتريك Nitric Oxide، والذي يُعرف بقُدرته على قتل البكتيريا. كما أنَّ هنالك كبسولات نانويَّة Nanocapsules مغلَّفة تحتوي على المضادات الحيويَّة، وتنكسر هذه الكبسولات إذا بدأت عدوى ما بإنتاج البكتيريا الضَّارَّة في الجرح، فيتمُّ الإفراج عن المضادّات الحيويَّة الموجودة داخلها. وهذا يسمح للعلاج بأن يكون أسرع بكثيرٍ من انتشار العدوى ويُقلِّل من خطرها.

مزايا تقنيَّة النَّانو في المجال الطِّبِّيّ Advantages of Nanotechnology in Medical Field

الكشف المُبَكِّر Earlier Detection

نعلم أنَّه إذا استطعنا الكشف عن مرضٍ في وقتٍ مُبَكِّرٍ فإنَّه يُسَهِّل علاجه. ولتحقيق هذا الأمر تركز الأبحاث على كيفيَّة إدخال جسيمات نانويَّة في الجسم مصمّمة خصيصاً لذلك. وتتكوّن هذه الجسيمات النَّانويَّة من «نقاط الكم Quantum Dots» ذات خصائص الفلورسنت Fluorescent، وهي أجسامٌ مضادَّةٌ ذات أهدافٍ محدَّدةٍ. وأجسام الفلورسنت هذه يمكن التقاطها بواسطة أنظمة تصويرٍ متقدِّمةٍ جديدةٍ مطورة خصيصاً لضبط


أنابيب الكربون النّانويَّة المستخدمة في جهاز استشعار يمكنه الكشف عن البروتينات التي تشير إلى وجود سرطان الفم



الكبسولات (الحبوب) النّانويّة

وتحديـد المـرض بشـكلٍ دقيقٍ حتى فـي مرحلةٍ مبكرةٍ جداً.

التشخيص الأسرع Faster Diagnosis

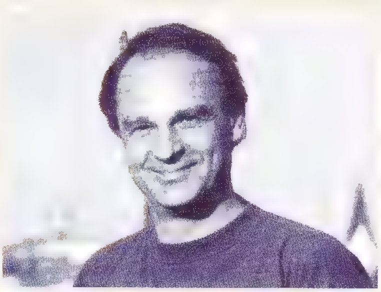
تُـؤدّي تكنولوجيـا النّانـو أيضـاً إلـى تشـخيصٍ بشكلٍ أسرع. والتّشخيص يمكن أن يكون عملاً طويـلاً ومرهقـاً، وعادةً ما يتمُّ أخـذ عيِّنَةِ اختبارٍ ليتمّ إرسالها بعيداً إلى مختبرٍ من أجل التّحليل. ويُمكـن للنّتائج أن تسـتغرق عدّة أيّـام أو حتى أسابيع للظهور.



تعرّف إلى

جيرد كارل بينيغ
Gerd Karl Binnig

جيرد كارل بينيغ: فيزيائيٌّ ألمانيٌّ، وهو مطوِّرٌ مساعدٌ لمجهر المسح النّفقي (STM)، وهو الجهاز الذي يُوَفِّر إطلالةً على عالم النّانو. ويرسم المسح النّفقيّ خريطة المواد للمواد غير العضويّة التي توصل الكهرباء، مثل أشباه الموصلات والمعادن.

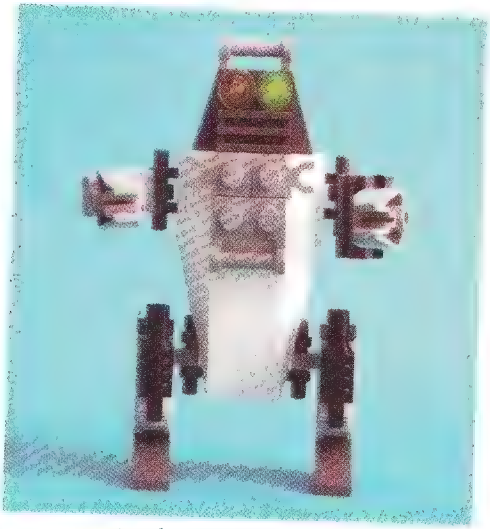


وتُمكّن تكنولوجيا النّانو من التّشـخيص بشـكلٍ أسرع بكثيرٍ وأكثر دقّةٍ، كما يمكن أجراء اختبارات عديدة في وقتٍ واحدٍ. وجهاز فحص العيّنات كبير الحجم، في حين يتطلّب التّشـخيص الكمّيّات الصّغيرة فقط من العينة. ويُسَمّى هذا الجهاز أيضاً «مختبر في رقاقة Lab-on-a-Chip»، حيث يتمُّ فحص العيّنات ومعالجتها بسرعةٍ.

نقل الأدوية إلى هدف محدّد Targeted Drug Delivery

يشـكوا النّاس غالباً من أنَّ علاج المرض يمكن أن يُشـعرهم بسوءٍ مماثلٍ للسُّوء الذي يشعرون به من جرّاء المرض نفسه، والأدوية قد يكون لها آثارٌ جانبيَّةٌ غير سارّة، وذلك لأنَّ الجسم يحتاج إلى أن يفيـض بجرعـاتٍ عاليةٍ جـدّاً من الأدوية لضمان وصول كمّيةٍ كافِيَـةٍ إلى موقع المرض. ولكن يمكن الآن أن يتحقّق استهدافٌ دقيقٌ بالأدوية، وذلك باستخدام الجسيمات النّانويّة الحاملة للدّواء والمصمّمة خصيصاً لهذا الأمر.

علم الرُّوبوتات النَّانويَّة



روبوت نانويّ ذو نطاقٍ ميكرويّ

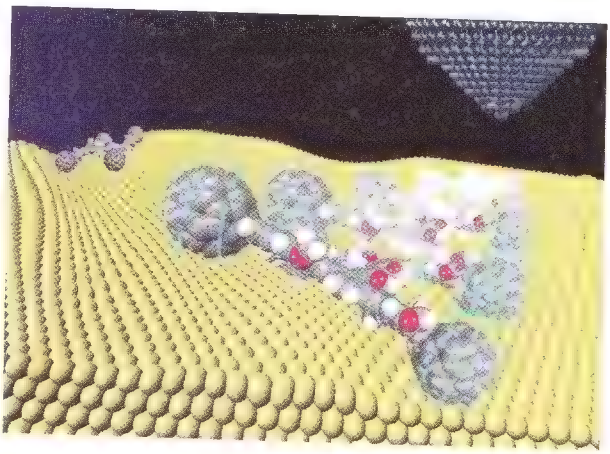
ما هو علم الرُّوبوتات النَّانويّة؟

إنَّ علـم الرُّوبوتـات النَّانويَّـة هـو واحـدٌ مـن التّكنولوجيـات التي ظهرت إلـى حيِّز الوجود مع التَّقدُّم في تكنولوجيـا النّانو. إنَّها تكنولوجيا صنع آلات أوتوماتيكيَّة (ذاتيّة الحركة) وأجهزة استجابة Respondent Devices ورجال آليين (روبوتات) Robots علـى المستوى الـذّرّي مـن 9 إلـى 10 نانومتر.

وعلـم الرُّوبوتـات النَّانويَّـة هـو واحـدٌ مـن أكثر الأنظمـة تعقيـداً من النَّاحية الهندسـيَّة، ومن ناحية تصميم واستخدام الرُّوبوتات الدَّقيقة. وفي الوقت الحاضر يدمج علم الرّوبوتات النّانويّة التّطبيقات الحديثة في مجالي الطِّبِّ والتّكنولوجيا.

الرُّوبوتات النَّانويَّة في نطاق الماكرو والميكرو Nano Macro / Microscale Robots

إنَّ الرُّوبوتـات النَّانويَّـة ذات النِّطاق الماكروي (الكبير) والميكروي (الصَّغير) هي أيضاً من اختراع علم الرُّوبوتات النَّانوي Nanorobotics. ويُمكن لهذه الرُّوبوتات التَّحرُّك بدقّةٍ نانويّةٍ، كما يُمكنها كشف وتفحُّص الأشياء، واكتشاف الحواجز في الطَّريق بشكلٍ رائعٍ دون ترك جُسَيمٍ واحدٍ. أعطت تكنولوجيا النَّانو تطبيقات ممتازة مثل الرُّوبوتات المجهريَّة التي تسـافر داخل جسـم الإنسان لنقل الأدوية أو إجراء جراحاتٍ مجهريّةٍ.



الآلات النّانويّة

الآلات النَّانويَّة Nanomachines

تتواجد هذه الآلات على نطاقٍ واسـعٍ فـي مجـال البحـوث فـي هـذه الأيَّام. وقـد طوَّر الباحثـون بعضاً من العينات الاختباريَّـة، وإحـدى الأمثلة على هذه الآلات الجزيئيَّـة هـو جهاز استشـعار يملك القـدرة على إحصـاء الجزيئات المفـردة فـي المركّبـات الكيميائيّـة Chemical Compounds. وفـي

الوقت الحاضر ليس هناك وسيلةٌ لتنفيذ هذا التَّطبيق في المجال الطِّبِّيّ. ولكن إذا وضعت هذه الأجهزة بشكلٍ صحيحٍ في التَّطبيقات الطِّبِّيَّة، فيمكنها أن تساعد كثيراً الأطبّاء على تدمير الخلايا السَّرطانيّة.



هل تعلم؟

- أنَّ الرُّوبوتات النَّانويَّة الحيويَّة يجب أن تكون صغيرةً ورشيقةً بما فيه الكفاية للانتقال من خلال النِّظام الدَّوريّ للإنسان، وهو شبكةٌ معقَّدةٌ بشكلٍ لا يُصدَّق من الأَوردة والشَّرايين.

سيَّارة الجزيء الأوحد Single Molecule Car

ظهر مؤخَّراً دليلٌ آخر في علم الرُّوبوتات النَّانويَّة على السَّيَّارة ذات الجزيء الأوحد، والتي لديها بنيةٌ تحتيَّةٌ نانويَّة. وتمَّ تطوير هذه السَّيَّارة بواسطة عمليَّةٍ كيمائيَّةٍ ولها عجلات بوكي بول Buckyball Wheels كربونيّة التَّكوين. وتمَّ تكوينها عن طريق التَّحكُّم في درجة حرارة الهواء، وكذلك عن طريق مجهر المسح النَّفقيّ.

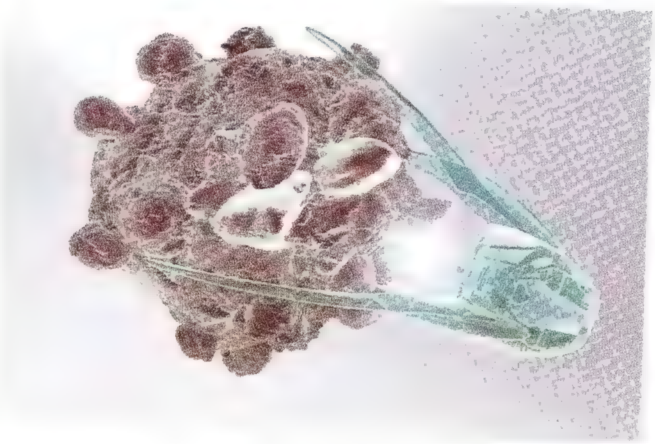
النُّوبوتات Nubots

أعطى المجال العلمي نوعاً جديداً من الرُّوبوتات للعالم والذي يُعرف باسم نوبوت Nubot. والنُّوبوت هو اختصار لـ «روبوتات الحمض النَّوويّ Nucleic Acid Robots». ويتمُّ تشغيل هذه الأجهزة على نطاقٍ نانومتريٍّ، وهي مفيدةٌ للغاية في الدَّلالة على اختبار الحمض النَّووي والكشف عن خلايا الدّم.



النَّوبوتات – روبوتات الحمض النَّوويّ

مستقبل تقنيّة النّانو



كابوس النّانو

يختصر مستقبل تكنولوجيا النّانو بالاستخدام الجيّد جداً لعلم الرُّوبوتات النّانويّة. وهذه الرُّوبوتات الدّقيقة لديها القدرة على القيام بمهام الإنسان، وكذلك المهام التي لا يمكن للبشر إكمالها. ومن المحتمل أنَّه يمكننا إعادة بناء طبقة الأوزون المنضبة بواسطة الرُّوبوتات النّانويّة. ويمكن استخدام الرُّوبوتات الدّقيقة لتنقيَة جُزيئات الماء من الملوّثات، إذ سَيُصبح بمقدورنا أن نضع هذه الرُّوبوتات في الخدمة للحفاظ على بيئةٍ أنظف من أيِّ وقتٍ مضى، لأنَّه يُمكنها كسر كلِّ ذَرَّةٍ من تلوُّث المياه. كما يمكن لهذه الرُّوبوتات الدّقيقة أيضاً أن تتولّى وظائف الإنسان، وخصوصاً في مراكز التّكنولوجيا العالية High Tech. ولكن إذا قمنا بإزاحة الكثير من النّاس ذوي الأجور العالية والتّكنولوجيا الفائقة فإنَّنا بذلك نُهَدِّد الاقتصاد العالمي.

يقع مستقبل تكنولوجيا النّانو على عاتق العلماء الحاليين الذين هم على استعدادٍ ويملكون القدرة على المساعدة في توجيه هذا العلم الحديث النَّشأة. وهناك أشخاصٌ يخشون من مستقبل تكنولوجيا النّانو وهناك أشخاص أيضاً على استعداد لقبوله واحتضانه أيضاً. والسَّير على خطٍّ دقيقٍ حذرٍ في تقاطع مع مصالح الإنسان سيكون إنجازاً صعباً ولكنَّه جديرٌ بالاهتمام. وهنالك احتمالٌ أن يكون مستقبل تكنولوجيا النّانو أيضاً نهاية العِلم، وهناك أيضاً عبءٌ كبيرٌ على علماء تكنولوجيا النّانو، وهؤلاء الرِّجال والنِّساء يجب عليهم أن يكونوا قادرين على الحفاظ على التَّقدُّم بطريقةٍ تُبقي الاهتمام بتكنولوجيا النّانو ناشطاً رغم القيود المحتملة.

إن مستقبل تكنولوجيا النّانو هو زمنٌ مجهولٌ تماماً، يكاد يكون من المستحيل التَّنبُّؤ بكلِّ ما سوف يجلبه إلى العالم على اعتبار أنَّه علمٌ ناشئٌ.



هل تعلم؟

- أنّ مواد النّانو تستخدم في بعض الأحيان في الخلايا الشَّمسيّة، وهي تخفض تكلفة خلايا السِّيليكون الشَّمسيّة التَّقليديّة.

التِّكنولوجيا النَّانويَّة للحاسبات Nanotech Computing

قدَّم فريقان منفصلان مؤخراً في شيكاغو اختراعات تُقَلِّص من حجم الإلكترونيَّات بشكلٍ كبير. فالترانزستورات الجديدة التي ابتكرها أحد هذين الفريقين تجعل المعالِجات Processors المكوَّنة من رقائق السِّيليكون تبدو عملاقة. وأمَّا الفريق الآخر فقد ابتكر مادَّةً طَبَقِيَّةً رقيقةً يُمكنها تخزين ما يعادل 250 قرصاً من أقراص الفيديو الرَّقميَّة في ربع المساحة.

حلم النَّانو أو كابوس النَّانو Nanodream or Nano-nightmare

إنَّ المهندسين في جميع أنحاء العالم يحلمون بتكنولوجيا النَّانو. هذا ما قاله العلماء في إحدى المؤسّسات البحثيَّة الرَّائدة في أمريكا، وهي مؤسَّسة مختبر لوس ألاموس الوطني:

«إنَّ المفاهيم الجديدة لتكنولوجيا النّانو واسعةٌ جداً ومنتشرةٌ، وهي سوف تُؤَثِّر في كلِّ مجالٍ من مجالات التّكنولوجيا والعلوم، وبطرقٍ لا يمكن التَّنبؤ بها بالتَّأكيد.... ومن المتوقّع أن يكون التَّأثير الاجتماعيّ لتكنولوجيا النَّانو أكبر من تأثيرات دائرة السِّيليكون المتكاملة Silicon Integrated Circuit، والتّصوير الطِّبّيّ، والهندسة بمساعدة الكمبيوتر، والبوليمرات، مجتمعة في هذا القرن». وهنالك قولٌ آخر مدهش ألا وهو: «سوف تكون تكنولوجيا النَّانو في القرن الحادي والعشرين أكثر أهمِّيَّة من أعظم تقنيَّات القرن العشرين مجتمعة»!

ولكنَّ هذه الحلم قد لا يكون حلماً في نهاية المطاف بل كابوساً نانويّاً Nano-Nightmare، وقد



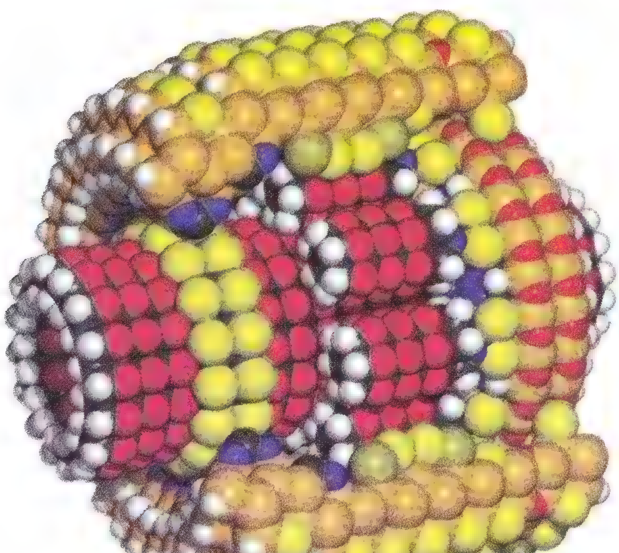
الحوسبة النَّانو تكنولوجيَّة

تمَّ الحديث عنه لأوَّل مرَّةٍ من قبل إريك دريكسلر Eric Drexler، إذ تساءل دريكسلر ماذا يحدث إذا قام البشر من طيِّبي النِّيَّة بخلق روبوتات صغيرة قامت بتخريب المحيط الحيويّ Biosphere، والتهام كلّ الكائنات الحيَّة مخلّفةً وراءها كتلةً مهشَّـمةً؟ يجادل نقّاد التّكنولوجيا النَّانويَّة أنَّ البشر لا يجب أن يتدخّلـوا في العوالـم التي لا يفهمونها، ولكن إذا أخذنا هذه الحجَّة إلـى نهايتها المنطقيَّة، لكان يجب علينا أن لا نخترع جميع الأدوية، ولا وسـائل النَّقل، ولا الزِّراعة، ولا التَّعليم، وكنا لا نزال نعيش في العصر الحجريّ. والسَّؤال الحقيقي هو: هل أنَّ الاختراعات الواعدة لتكنولوجيـا النَّانو هـي أكبر من المخاطر المحتملة أم لا؟ والجواب من شأنه تحديد ما إذا كان مستقبل النَّانو سيصبح حلماً أو كابوساً. إنَّ مستقبل تكنولوجيا النَّانو يمكنه أن يُحَسِّن كافَّة المجالات العلميَّة والعمليَّة للإنسـان، على الرَّغم من الانتقادات الكبيرة، ومهما يكن، فالإنسـان اليـوم علـى أبواب مرحلةٍ جديـدةٍ تختلف نوعيّاً عـن جميع النَّواحي عمَّا سـبقها، وهي مرحلةٌ جديدةٌ بإيجابيّاتها وكبيرةٌ بسلبيّاتها. وكما يقول معظم العلماء: «لا يمكن لأيٍّ كان الوقوف في وجه هذا التَّطوُّر الكبير، ولكن لنحاول تقليص السَّلبيَّات».



هل تعلم؟

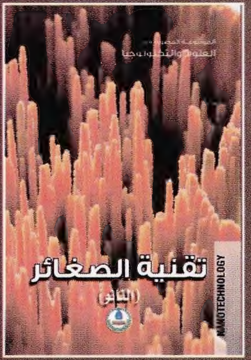
- أنَّ الأسلاك النَّانويَّة يمكن استخدامها لنقل التيَّار الكهربائي في شاشات العرض لأجهزة الكمبيوتر المحمولة وأجهزة الكمبيوتر المكتبية والهواتف المحمولة؟



ناقلات الحركة النانوتكنولوجية

الموسوعة المصورة في
العلوم والتكنولوجيا
PICTORIAL SCIENCE INFOPEDIA

- الوقت
- القوى والحركة
- الهـواء
- الأرض
- الكـون
- الطـب
- الإتصالات
- الطيران
- الرجل الآلي
- السيارات
- الحاسب الآلي
- التكنولوجيا
- جسم الإنسان
- المغناطيسية
- الكهرباء
- الصـوت
- الخـلايا
- المحيطات
- تقنية الصغائر (النانو)
- رحلات الفضاء
- الضـوء
- الحـرارة
- الكيمياء وعناصرها
- حالات المادة: الصلب، السائل والمتبخر



العلوم هي منظومة الحصول على المعرفة إستنادًا على النظريات التي تُطبَّق من خلال إجراء البحث والتجارب العلميَّة. هذه الموسوعة التي بين يديك تُشكل مجموعة مراجع أساسيَّة تؤمّن لك الأُسس الفعّالة للإبحار في مُختلف الإختصاصات العلميَّة. إنَّها مصدر قيِّم للطلاب والمُتخصصين، يعرض القوانين والقواعد العلميَّة بأسلوب شيِّق وسهل مُستندًا إلى الصور الملوَّنة والإختبارات العلميَّة التي تُرسِّخ المعلومة بشكلٍ ثابت في الأذهان.

PICTORIAL SCIENCE INFOPEDIA

Dar El Rateb دار الراتب الجامعية
P.O.Box 14/5229 Beirut - Lebanon
Telefax: 00961 1 853993 - 853895
Website : www.dar-elrateb.com
Email: info@dar-elrateb.com

ISBN 978-9953-30-700-8
9 789953 307008